This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

600044582T

PRESS 7 4
SHELF B
No 25

C
19382 e. 139
7-8

AGRONOMIE,

CHIMIE AGRICOLE

ET

PHYSIOLOGIE.

L'Auteur et l'Éditeur de cet Ouvrage se réservent le droit de le traduire ou de le faire traduire en toutes langues. Ils poursuivront, en vertu des Lois, Décrets et Traités internationaux, toutes contrefaçons, soit du texte, soit des gravures, ou toutes traductions faites au mépris de leurs droits.

Le dépôt légal de cet Ouvrage a été fait à Paris dans le courant de 1878, et toutes les formalités prescrites par les Traités sont remplies dans les divers États avec lesquels la France a conclu des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent Ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, la griffe de l'Éditeur, sera réputé contrefait. Les mesures nécessaires seront prises pour atteindre, conformément à la loi, les fabricants et les débitants de ces exemplaires.

Gauthier Villars

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Augustins, 55.

AGRONOMIE,

CHIMIE AGRICOLE

ET

PHYSIOLOGIE,

PAR M. BOUSSINGAULT,
Membre de l'Institut.

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE.

LIBRARY

TOME SEPTIÈME.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1884

Tous droits réservés.

AGRONOMIE,

CHIMIE AGRICOLE

ET

PHYSIOLOGIE.

DÉTERMINATION

DE LA

HAUTEUR DU MERCURE DANS LE BAROMÈTRE

SOUS L'ÉQUATEUR;

AMPLITUDE DES VARIATIONS DIURNES BAROMÉTRIQUES
A DIVERSES STATIONS DANS LES CORDILLÈRES.

(Extrait.)

Les baromètres, construits par Fortin, avaient été comparés au baromètre de l'Observatoire par Arago et Mathieu. Le 22 septembre 1822, ces instruments furent installés à bord du *Patriote*, brick de dix-huit canons, en partance d'Anvers pour l'Amérique méridionale. Après une relâche à l'île de Wight, un combat naval en vue de Tabago, qui amena la prise de la frégate *la Maria-Francisca*, le *Patriote* jeta l'ancre à la Guayra le 22 novembre.

Immédiatement après le débarquement, les baromètres étant établis dans une maison située sur le port, on commença les observations, que M. Arago présenta à l'Académie des Sciences, après les avoir discutées ; j'en reproduis les éléments dans mon Mémoire ; il me suffira d'en

donner ici la conclusion : c'est que, si le baromètre de l'Observatoire de Paris eût été transporté à la Guayra et placé à $11^m,45$ au-dessus du niveau de la mer, le mercure se serait maintenu à une hauteur de $760^{mm},40$ (1).

Les observations furent continuées le jour et la nuit dans le but d'étudier les variations horaires, si régulières entre les tropiques.

On sait en effet que, dans les régions équinoxiales, le mercure, dans le baromètre, atteint le maximum de hauteur entre 8^h et 10^h du matin ; qu'il descend ensuite jusque vers 4^h de l'après-midi ; qu'il est à la hauteur minima entre 3^h et 4^h pour remonter jusqu'à 11^h du soir, sans arriver toutefois à la hauteur à laquelle il était à 9^h du matin ; qu'il s'abaisse enfin jusqu'à 4^h du matin, sans tomber aussi bas qu'à 4^h du soir ; qu'il recommence alors son évolution. C'est là, du moins, ce qui a lieu généralement.

La découverte d'un phénomène aussi constant, aussi régulier, semblait réservée à celui qui, le premier, porterait un baromètre dans la proximité de l'équateur. Il n'en fut pas ainsi : elle échappa à Richer, envoyé à Cayenne par l'Académie en 1672.

Voici ce qu'on lit dans la relation qu'il a donnée :

« On estoit en peine de savoir si vers l'équateur la hauteur du vif-argent dans les baromètres estoit la même qu'à Paris ou non ; de quoy je me suis éclairé par les observations que j'ai faites en Caïenne pendant une année entière, où j'ai remarqué que sa plus grande hauteur n'a jamais surpassé 27 pouces 1 ligne dans un lieu qui n'estoit élevé au-dessus de la superficie de la mer que de 25 à 30 pieds (2).

---

(1) A l'Observatoire de Paris, la hauteur moyenne barométrique ramenée au niveau de la mer et à 0° serait, d'après Arago, $760^{mm},85$ (Humboldt, *Voyages*, t. XI).

(2) *Observations astronomiques et physiques, faites en l'isle de Caïenne.*

Or Richer est probablement le premier qui ait installé un baromètre entre les tropiques [1].

C'est en 1722 que les variations périodiques horaires furent aperçues dans la Guyane hollandaise, par un observateur dont le nom est resté inconnu. Il en est fait mention dans une Lettre datée de Surinam, dont je crois devoir donner un extrait :

« Le mercure monte ici tous les jours régulièrement depuis 9^h du matin jusqu'à environ 11^h, après quoi il descend jusqu'à 2^h ou 3^h après midi et ensuite revient peu à peu à sa première hauteur ; pendant tous ces changements il ne varie environ que de $\frac{1}{2}$ ligne à $\frac{1}{3}$ de ligne. »

Les académiciens français chargés en 1735 de mesurer les trois premiers degrés du méridien n'avaient certainement aucune connaissance des observations de Surinam. Ils constatèrent dans les Cordillères la régularité des variations barométriques, dont Bouguer et La Condamine attribuent la découverte à Godin.

« Quant au baromètre, dit La Condamine dans l'introduction du *Journal d'un voyage à l'équateur* fait par ordre du roi, sa hauteur moyenne à Quito est de 20 pouces 1 ligne et ses plus grandes variations ne vont pas à $1\frac{1}{2}$ ligne ; elles se font assez régulièrement à des heures réglées. C'est ce que M. Godin a remarqué le premier et ce que j'ai vérifié depuis plus d'un an. Le baromètre, vers 9^h du matin, est à sa plus grande hauteur, et vers 3^h de l'après-midi à la moindre. »

Un baromètre, en 1741, ne causait pas le genre d'embarras qu'il occasionne de nos jours : on remplissait le tube au moment de l'observation ; on exécutait, en réalité, l'expérience de Torricelli : il en résultait nécessairement

---

[1] Ce fut à Cayenne que Richer fit la découverte de l'inégalité de la pesanteur sous les différents parallèles ; ses expériences ont été les premiers fondements des théories de Huygens et Newton sur la figure de la Terre (La Condamine, *Voyage sur les Amazones*, p. 200).

des pertes de métal. Aussi La Condamine raconte-t-il qu'il ne lui reste plus que fort peu de mercure, celui qu'il avait apporté et que M. Geoffroy avait pris le soin de purifier, ayant été perdu pendant six années d'observation sur les montagnes. On se formera une idée des difficultés que les académiciens français rencontraient à chaque pas dans leur expédition quand on saura que dans la ville de Quito, en ayant à sa disposition le laboratoire du Collège des Jésuites et le concours empressé du frère apothicaire, il fallut à La Condamine un mois d'un travail pénible pour obtenir du mercure en revivifiant du cinabre.

En 1751, Thibaut de Chanvalon vérifia à la Martinique les faits constatés à l'équateur :

« Peu de temps après mon arrivée, dit Thibaut, j'aperçus que le baromètre montait insensiblement pendant toute la matinée, qu'ensuite, après avoir été quelque temps sans mouvement, il commençait à baisser jusqu'au soleil couchant ; alors, après avoir été stationnaire, il remontait aux approches de la nuit jusqu'à 10^h du soir. »

C'est à Thibaut de Chanvalon, je crois, que l'on doit la notion de l'imperturbable régularité des variations, et aussi celle d'une certaine relation du phénomène avec le magnétisme. Il s'exprime ainsi :

« Les révolutions les plus considérables de l'atmosphère n'altèrent point cette marche périodique du baromètre, qui coïncide avec celle des variations horaires de la déclinaison magnétique. Au milieu des pluies abondantes, des vents, des orages, le mercure monte ou descend, si c'est son heure de monter ou de descendre, comme si tout était tranquille dans l'air. »

La publication des résultats obtenus par les académiciens français ne pouvait manquer d'attirer l'attention du monde savant sur le phénomène des variations barométriques. Dès 1761, l'illustre botaniste Celestino Mutis, dont Linnæus disait : *Jure merito botanicorum in Ame-*

rica princeps salutatur, commençait à Santa Fé de Bogota des observations météorologiques qu'il continua pendant quarante années, sans en être distrait par les immenses travaux auxquels l'astreignit la flore de la Nouvelle-Grenade, œuvre de toute une existence, qu'il aurait eu la douleur de voir dispersée, s'il eût assez vécu pour assister aux discordes civiles qui ensanglantèrent l'Amérique espagnole.

Ce n'est pas sans éprouver une vive émotion que je me trouvai dans l'observatoire de Bogota, construit par Mutis, au milieu des débris de magnifiques instruments qu'une soldatesque égarée venait de détruire. Parmi ces ruines, on voyait une pendule de Graham, un quart de cercle de Bird, des télescopes à réflexion dont s'étaient servis Bouguer, La Condamine, Godin, et que Caldas avait rapportés de Quito comme de précieuses reliques.

Celestino Mutis signala le premier avec netteté l'heure de l'abaissement du mercure avant le lever du soleil, ou, si l'on veut, la variation nocturne. A Bogota, la nuit, la hauteur maxima de la colonne mercurielle a lieu vers 11^h du soir, la hauteur minima entre 3^h et 4^h du matin. J'ai ramassé dans les papiers épars sur le parquet de la salle méridienne des documents intéressants, dont j'ai pu assurer la conservation en m'opposant à ce qu'on les employât à la confection des cartouches. C'était un volumineux Journal météorologique, des Lettres de Linnæus et d'Adanson, une Correspondance des religieuses du couvent de Santa Clara, dont Mutis, entré dans les ordres en 1772, était devenu le directeur spirituel. Ces Lettres témoignaient d'une grande exaltation mystique ; elles contenaient des confessions écrites, et pour cette raison je les brûlai.

Enfin j'eus le bonheur de rencontrer une page détachée d'un Journal de Mutis, où se trouve consignée la découverte des variations nocturnes. On y voit qu'après deux

années d'indécision Mutis admit définitivement que l'abaissement du mercure dans le tube quelques heures avant le lever du soleil est bien réel. L'article est intitulé *Nota importante sobre el barometro*. J'en donne une traduction dans mon Mémoire.

Le phénomène des variations périodiques diurnes était dès lors constaté dans sa généralité, grâce à l'anonyme de Surinam, à Godin, à Mutis. Comme cela est arrivé plus d'une fois dans les sciences, un fait important avait été découvert avec des instruments imparfaits, mais placés entre les mains d'hommes doués d'une intelligence supérieure.

A partir de 1784, les observations barométriques se multiplièrent. Lamanon et Mongez, compagnons de l'infortuné Lapérouse, suivirent d'heure en heure la marche du baromètre sur l'océan Atlantique. Trail, Farquhar, Pearce, Balfour publièrent en 1795 des observations recueillies à Calcutta.

En 1799, Humboldt commençait à Cumana les recherches qu'il continua pendant son séjour en Amérique. C'est de la publication de ces documents, si précieux pour l'histoire de l'atmosphère, que date la forte impulsion donnée à l'étude du phénomène des variations périodiques. Ce sont, en effet, les observations de Humboldt qui ont provoqué celles de Horsburgh sur les côtes de la Chine, du capitaine Kater dans les plaines élevées du Mysore, de Langsdorff et Horner pendant le voyage du capitaine Krusenstern, d'Eschwege au Brésil, du capitaine Freycinet sur l'océan Pacifique, de Simonoff dans l'hémisphère austral, du capitaine Sabine sur les côtes occidentales de l'Afrique, de Claude Gay au Chili, de Tessan pendant l'expédition de la frégate *la Vénus*, du capitaine Duperrey, commandant la *Coquille*, dans son voyage autour du monde, campagne de trente et un mois et treize jours durant laquelle la corvette, après avoir parcouru 25 000 lieues,

est revenue à son point de départ sans avoir perdu un seul homme, sans malades, sans avaries.

La variation horaire dans la pression ne serait pas, paraît-il, l'unique phénomène périodique accompli dans l'atmosphère ; déjà j'ai rappelé que Thibaut de Chanvalon avait annoncé qu'elle coïncidait avec les changements qu'éprouve la déclinaison de l'aiguille aimantée dans le cours de la journée, fait confirmé depuis par Hansteen, ainsi que les variations diurnes de l'intensité du magnétisme. Récemment encore, en 1868, le P. Aguilar, de la Compagnie de Jésus, comparait à Quito la marche parallèle de la déclinaison et celle du baromètre, en faisant remarquer toutefois cette différence que le baromètre a un minimum nocturne qu'on ne retrouve pas pour l'aiguille aimantée, presque toujours immobile pendant la nuit ; ajoutons que, l'amplitude des oscillations de la colonne de mercure étant généralement très faible, il y aurait encore là une certaine analogie entre les mouvements barométriques et les fluctuations magnétiques.

Il ne reste plus de doute, aujourd'hui, sur les variations dans l'intensité de l'électricité de l'air. Dès 1830, Arago à Paris, Quetelet à Bruxelles déterminèrent quelles en étaient les heures du maximum et du minimum ; les recherches prolongées dues à M. Dirt, de l'Observatoire de Kew, les établiraient ainsi :

Tension électrique.

Maximum de jour à	10h	du matin.
Minimum de jour à.....	4	de l'après-midi.
Maximum de nuit à.....	10	du soir.
Minimum de nuit à.....	2	du matin.

Quelques météorologistes inclinent à croire que l'état hygrométrique de l'air varie aussi dans le cours de la journée. Jusqu'à présent, cette opinion ne me paraît pas suffisamment justifiée. En consultant les nombreuses

observations consignées dans mon Mémoire, on voit bien que, par un temps serein, l'air est surtout chargé d'humidité vers le lever du soleil, et qu'il devient plus sec à mesure que la température augmente ; à la tombée de la nuit, l'hygromètre marque à peu près le même degré qu'au commencement de la journée.

J'ai été étonné, comme l'avait été de Humboldt, de la forte proportion de vapeur que l'on trouve dans l'atmosphère des tropiques, même dans les stations les plus élevées. Par exemple, un hygromètre de Saussure, parfaitement réglé, transporté des rives de la mer du Sud à une altitude de 6000^{m}, n'a presque pas varié dans ses indications. Sur les neiges perpétuelles, l'instrument marqua 86°, la température étant de + 6°. Cela est certainement dû à cette circonstance que, en s'élevant dans les montagnes par un temps calme, on reste dans une couche d'air reposant sur un sol plus ou moins humide ; on constate alors l'état hygrométrique de cette zone inférieure et nullement celui qu'on trouverait à quelques mètres au-dessus de l'observateur.

Cependant l'atmosphère est évidemment moins chargée d'humidité dans les hautes régions qu'au niveau des mers ; aussi, sur les plateaux des Andes, quand elle est violemment agitée, l'hygromètre y signale quelquefois une grande sécheresse, à ce point que dans les plaines de Bogota je l'ai vu marquer, momentanément il est vrai, 26°.

C'est seulement par des observations hygrométriques exécutées pendant des ascensions en ballon que l'on décidera si réellement la quantité de vapeur contenue dans l'air est sujette à des variations périodiques.

J'ai rassemblé dans mon Mémoire les observations, la plupart inédites, exécutées, de concert avec M. de Rivero, entre le 10e degré de latitude nord et le 5e degré de latitude australe, dans la chaîne du littoral de Venezuela, au milieu des plaines du Meta et de l'Orénoque, dans

les Cordillères orientale et centrale, dans les vallées de la Magdalena, du Cauca, et continuées, durant mon séjour à l'équateur, depuis l'océan Pacifique jusqu'à une hauteur de 4000^m à 5000^m. J'ai eu soin de mettre en regard, comme termes de comparaison, les résultats dus à d'autres voyageurs.

Observations faites à la Guayra, à 11^m,45 au-dessus du niveau de la mer.

Longitude O., 69°30′; latitude N., 10°35′; température moyenne, 27°,6.

Hauteurs barométriques maxima et minima de jour.

Baromètre ramené à 0°.

Dates 1822.	Heure du maximum.	Hauteur du maximum.	Heure du minimum.	Hauteur du minimum.	Variations barométriques.
	h	mm	h	mm	mm
Nov. 23	10 mat..	761,01	4 soir.	758,47	2,54
24	10	761,24	4	758,81	2,43
25	9	761,20	3	758,39	2,81
26	9	760,29	4	757,40	2,89
27	10	760,12	4	757,75	2,37
28	9	761,41	4	758,57	2,84
29	9	761,14	4	758,49	2,65
30	10	761,00	4	758,58	2,42
Déc. 1	10	760,66	4	758,14	2,52
6	10	759,52	4^{h}30^m	757,48	2,04
7	10	761,03	4	758,49	2,54
Moy.	9^{h}38^m	760,78	3^{h}57^m	758,23	2,54

Observations faites à Santa Marta par B. Lœwy, en janvier 1848.

Longitude O., 76°35′; latitude N., 11°15′; température moyenne, 27°,9.

Le baromètre à siphon de Bunten avait été comparé à celui de l'Observatoire de Paris.

A Santa Marta, l'instrument était placé sur la plage, à une hauteur qu'on n'a pas indiquée.

Santa Marta, port sur l'Atlantique, situé au sud-ouest de la Sierra Nevada de Merida.

Dates.	Heures.	Thermomètre libre.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
		°	mm	
Janvier 20	9h matin ...	26,5	760,58	
	Midi	28,5	759,58	mm
	3 soir.....	31,0	758,22	2,36
	9 soir.....	26,5	759,98	
21	9 matin ...	27,0	760,67	
	Midi	29,0	759,47	
	3 soir	32,0	758,00	2,67
	9 soir	27,5	759,80	
23	10 matin...	29,0	759,52	

	Moyenne.
	mm
Observations de 9h du matin.....	760,635
» 3h du soir.....	758,110
» midi.....	759,525
Moyenne.....	759,423
Variation diurne	2,525

Observations faites à Cartagena, en 1831, *par M. Joaquin Acosta.*

Latitude N., 10°25′; longitude O., 77°50′; température moyenne, 27°,9.

Du 2 janvier au 1er février, les variations diurnes déduites des observations de 9h du matin et de 3h de l'après-midi ont été :

	mm
Moyenne.....	2,32
Plus grande variation.....	4,80
Plus petite.....	0,80

Je rapporterai maintenant quelques observations faites sur les côtes de la mer du Sud.

Observations faites en 1823, *par le capitaine Duperrey, à Payta.*

Latitude S., 5°6′; longitude O., 83°26′; température moyenne, 27°,2.

Observations relevées pendant une relâche de la corvette *la Coquille.*

Dans une Note que le capitaine Duperrey m'a communiquée, il est dit que, pendant le séjour de la *Coquille* à Payta, les brumes ont été beaucoup moins fréquentes que dans la partie méridionale du Pérou, mais que le ciel a été généralement nuageux durant la nuit sans être parfaitement dégagé dans la journée. C'est à Payta que commence la zone de la côte où les pluies sont extrêmement rares. Les vents de sud-ouest et d'ouest dominaient dans la baie. Payta est à l'extrémité nord du désert de Piura.

Dates 1823.	Heures.	Baromètre à 0°.	Variations.		Température à l'ombre.
	h m	mm	mm		°
Mars 13	9.30 mat.	758,98	2,97	minima	24,6
	3.30 soir.	756,10		maxima	30,0
14	9.30 mat.	759,14	3,04	minima	25,0
	6 soir.	756,10		maxima	30,5
15	9 mat.	759,69	3,78	minima	25,2
	5 soir.	755,91		maxima	30,6
16	9.30 mat.	758,92	1,88	minima	25,2
	3.45 soir.	757,04		maxima	31,6
	Moyenne.....		2,92		

Observations faites à Payta en 1838 *par M. de Tessan pendant le voyage de la frégate* la Vénus.

Le baromètre est à 7^m au-dessus du niveau de la mer.

Dates. 1838.		Heures.	Baromètre.	Variations diurnes.
		h	mm	mm
Juin	9	9 matin...	759,00	3,30
		4 soir.....	755,70	
	10	8 matin...	761,16	3,90
		4 soir.....	757,26	
	11	9 matin...	761,14	2,62
		3 soir.....	758,52	
	12	9 matin...	760,73	2,93
		4 soir.....	757,80	
	13	9 matin...	760,24	2,90
		3 soir.....	757,34	
	14	9 matin...	759,92	2,47
		5 soir.....	757,45	
	15	10 matin...	761,34	3,40
		4 soir.....	757,94	
	16	10 matin...	761,45	3,11
		4 soir.....	758,34	
			Moyenne.....	3,08

La plus grande variation..... 3,90
La plus petite..... 2,47

En 1832, j'avais observé, à Payta, au premier étage d'une maison placée au bord de la mer.

Payta, en janvier et février 1832.

Dates. 1832.		Heures.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.	Température de l'air à l'ombre.
			mm	mm	°
Janvier	28	8h matin....	758,42		26,2
		9h 15m matin.	758,34		26,4
		Midi.....	756,25		27,2
		2h soir.....	755,48		28,6
		4h soir.....	754,70	3,72	28,2
	29	8h 30m matin.	758,26		26,6
		9h matin....	758,21		26,6
		10h matin....	758,17		27,0
		3h soir.....	754,89		30,5
		4h soir.....	754,79	3,47	30,5
	30	8h 30m matin.	757,94		27,0
		9h matin....	757,74		27,0
		4h soir.....	754,49	3,45	30,0
	31	7h matin....	757,99		26,4
		8h matin....	758,21		30,0
		9h matin....	757,95		27,8
		4h soir.....	754,52	3,69	27,8
Février	1	9h 15m matin.	757,70		27,2
		4h soir.....	754,30	3,40	27,2
	2	9h matin....	757,55		27,2
		4h soir.....	754,72	2,83	27,7
	3	8h 30m matin.	758,14		27,0
		10h 30m matin.	757,26		26,8
		4h soir.....	754,70	3,44	30,0
	4	9h matin....	757,81		28,1
		4h soir.....	754,03	3,78	30,4
		Variation moyenne.....		3,45	

Moyennes	des maxima.....	757,99
	des minima.....	754,53
	Différence.....	3,46

Tumaco.

Longitude O., 80°40′; Latitude N., 1°30′; température moyenne, 26°,5.

Port peu important sur l'océan Pacifique.

Le 21 février 1832, j'ai ouvert sur la plage le baromètre dont j'avais fait usage à Payta.

Heures.	Baromètre à 0°.	Température de l'air.
h	mm	°
9 matin...	759,68	26,1
Midi.....	758,73	27,8
4 soir.....	757,97	27,8
Variation diurne..	1,71	

Buenaventura, sur l'océan Pacifique.

Longitude O., 79°30′; latitude N., 3°40′.

Ce port est à l'embouchure du rio Dagua, à 40 milles en ligne directe à l'ouest du faîte de la Cordillère occidentale.

Le 26 février 1832, j'observai le baromètre dans une maison située près de la mer.

Heures.	Baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.
h	mm	°
9 matin...	758,41	25,6
4 soir.....	755,77	28,6
Variation diurne...	2,64	

Observations dans la chaîne du littoral de Venezuela et dans les vallées d'Aragua.

Caracas, à la base de la Silla.

Latitude N., 10° 38′; longitude O., 69° 15′; altitude, 936^{m}; température moyenne, 20°,4.

Observations du 9 au 27 décembre 1822.

Au nord et à 5 ou 6 milles de la côte; au sud, les plaines de Calabozo.

Dates. 1822.		Heures.		Baromètre à 0°.	Température de l'air.
		h m		mm	°
Déc.	9	2	soir...	684,20	»
		4	id....	683,77	24,0
		11	id....	685,18	19,5
	10	9	mat...	686,31	19,5
		10	id....	686,35	22,0
		4	soir...	683,47	25,0
		11	id....	684,72	19,0
	11	10.30	mat...	686,00	22,5
		1	soir...	684,28	25,0
		2	id....	683,62	25,0
		3	id....	683,52	24,4
		4	id....	683,34	24,5
		5	id....	683,75	23,0
		11	id....	684,49	19,5
	12	9	mat...	686,01	19,8
		10.30	id....	686,05	21,6
		5	soir...	683,08	24,5
		11	id....	685,20	18,0
	13	9	mat...	686,31	20,0
		3	soir...	683,50	24,0
		4	id....	683,18	23,3
		11	id....	684,77	20,5
	14	10	mat...	685,62	21,0
		5	soir...	683,04	22,0

Dates. 1822.	Heures.		Baromètre à 0°.	Température de l'air.
	h m		mm	°
Déc. 14	11	soir..	684,16	22,0
15	9.30	mat. .	684,78	22,0
	4	soir..	682,24	25,4
	11	id...	683,89	20,5

Observations faites sur un point plus élevé de la ville.

Dates. 1822.	Heures.		Baromètre à 0°.	Température de l'air.
	h m		mm	°
Déc. 23	4	soir...	682,95	20,7
	5	id....	683,13	20,3
	9	id....	684,58	19,5
	10	id....	684,61	19,3
	11	id....	684,38	19,3
24	8	mat ..	685,24	18,7
	9	id....	685,56	19,8
	9.30	id....	685,54	20,8
	10	id....	685,48	20,8
	4	soir...	682,33	21,9
	5	id...	682,63	21,0
26	8	mat...	686,37	19,5
	9	id....	686,58	20,0
	10	id....	686,67	20,9
	11	id....	686,69	20,5
	Midi.....		685,75	21,5
	1	soir...	685,39	21,2
	2	id....	684,92	22,5
	3	id....	684,22	22,5
	4	id....	684,22	22,7
	5	id....	684,63	21,3
27	9	mat...	686,91	20,1
	10	id....	686,91	21,0
	11	id....	686,86	21,5

Hauteurs barométriques maxima et minima.

Dates 1822.	Heures des maxima.	Hauteurs maxima.	Heures des minima.	Hauteurs minima.	Variations barométriques.
	h	mm	h	mm	mm
Déc. 9			4 soir	683,77	
10	10 matin.	686,35	4 id.	683,47	2,88
11	10.30m...	686,00	4 id.	683,34	2,66
12	10.30m...	686,05	5 id.	683,08	2,97
13	9 ...	686,31	4 id.	683,18	3,13
14	10 ...	685,62	5 id.	683,04	2,58
15	9.30m...	684,78	4 id.	682,24	2,54
23			4 id.	682,95	»
24	9 ...	685,56	4 id.	682,33	3,23
26	10.30m...	686,69	3.30m id.	684,22	2,47
27	9.30m...	686,91			

Variation moyenne..... 2,81
La plus grande variation..... 3,23
La plus petite..... 2,47

Observations faites par Humboldt, à Caracas, en novembre et décembre 1799.

Dates. 1799.	Baromètre à 0° à 9h matin.	Température de l'air.	Baromètre à 0° à 4h soir.	Température de l'air.	Variations barométriques.
		°	mm	°	mm
Nov. 30	684,18	18,7	681,15	21,3	3,03
Déc. 1	683,60	20,0	681,00	22,5	2,60
2	685,57	20,0	681,40	21,3	4,17
3	684,58	18,7	681,31	22,5	3,27
4	684,58	18,7	681,01	22,5	3,57
5	684,40	20,0	682,75	21,3	1,65
6	684,30	20,0	681,15	21,3	3,15
7	684,44	20,0	681,30	20,0	3,14
20	683,28	18,7	680,69	20,0	2,59
21	683,03	18,7	680,16	21,2	2,87

Dates. 1799.	Baromètre à 0° à 4h matin.	Température de l'air.	Baromètre à 0° à 4h soir.	Température de l'air.	Variations barométriques.
		°	mm	°	mm
Déc. 22	683,34	20,0	680,00	22,5	3,54
23	682,54	20,0	680,46	22,5	2,08
24	684,13	18,7	681,16	21,2	2,97

Variation diurne moyenne..... 2,97
La plus grande..... 4,17
La plus petite..... 1,65

La Vittoria.

Latitude N., 10°, 14′; longitude O., 69°, 50′; altitude, 561m.

Au nord, la mer à 20 milles; au sud, les plaines du Méta, à 14 milles à l'est du lac de Tacarigua. Température moyenne : 25°.

Dates. 1823.	Heures de la journée.	Hauteurs barométriques réduites à 0°.	Température de l'air.
		mm	°
Janvier 23	9h matin...	715,41	24,0
	10 » ...	715,51	24,4
	11h » ...	715,24	26,5
	Midi.....	714,64	27,5
	1h soir....	713,99	27,5
	2h »	712,92	28,5
	3h »	712,38	28,5
	4h »	712,11	28,0
	5h »	712,29	26,5
	11h »	714,31	23,0
	Minuit.....	714,41	23,0

Variation diurne..... 3mm,30
Variation de 4h du soir à minuit.. 2mm,30

Maracay.

Latitude N., 10° 17′; longitude O., 70° 5′; altitude, 439m.

Température moyenne, 25°, 5; sur les bords du lac Tacarigua, à 15 milles au sud de la mer des Antilles.

Résumé des observations.

Dates. 1823.	Heures des maxima.	Maxima.	Heures des minima.	Minima.	Variation.	Température de l'air.
		mm		mm	mm	° °
Janvier 25	10h matin.	725,07	5h soir.	721,47	3,60	28,0 à 29,6
Février 3	9 » .	726,22	4 »	721,35	4,87	24,5 à 29,2
5	9 » .	725,63	4 »	721,74	3,89	20,0 à 29,5
6	9 » .	726,05	5 »	721,79	4,26	25,6 à 27,9
9	9 » .	726,93	4 »	722,61	4,32	27,0 à 31,0
Moyenne	9h 15m		4h 24m		4,19	

San Luis de Cura.

Latitude N., 10° 5′; longitude O., 70°; altitude, 262m.

Température moyenne : 27°,4; à 5 milles au sud du lac de Tacarigua.

Dates. 1823.	Heures.	Baromètre à 0°.	Température de l'air.
		mm	°
Février 17	9h matin.....	737,30	24,4
	4h soir..	734,00	27,5
	Variation diurne.....	3,30	

Nueva Valencia.

Latitude N., 10° 10′; longitude O., 70°, 34′; altitude, 488m.

Température moyenne : 25°,8. A 8 milles à l'ouest du lac de Tacarigua.

Dates. 1823.	Heures d'observation.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.	Température de l'air.
		mm	mm	°
Mars 3	9h matin...	721,52	3,55	28,0
	4 soir.....	717,97		26,7
4	9 matin. .	722,25	4,31	27,8
	2 soir.....	»		30,6
	4 »	717,94		27,8
5	10 matin...	721,96	3,99	27,2
	4 soir.....	717,97		26,7
	Moyenne.....		3,95	

San Carlos.

Latitude N., 9°, 40′; longitude O., 70°; altitude, 169^m.

Température moyenne : 27°,4. A 1° au sud de la mer des Antilles, dans les *llanos*.

Dates. 1823.	Heures d'observation.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.	Température de l'air.
		mm		°
Mars 13	9^h matin...	748,38	4,33	28,9
	4 soir.....	744,09		32,2
	5 »	744,05		
14	10 matin...	748,84	4,40	28,9
	3 soir.....	»		31,1
	4 »	744,44		
	Moyenne.....		4,36	

Tocuyo.

Latitude N., 9° 15′; longitude O., 71°56′; altitude, 629^m.

Température moyenne : 24°,4. Au pied Est de la Cordillère orientale des Andes, 80 milles à l'est du lac de Maracaybo.

Résumé des observations.

Dates. 1823.	Heures d'observation.	Baromètre à 0° maxima.	Heures d'observation.	Baromètre à 0° minima.	Variations diurnes.
		mm		mm	mm
Mars 21	10^h 15^m m.	708,31	4^h s.	704,97	3,34
» 22	10.30 .	709,70	4.30^m	706,76	2,94
» 23	9 .	710,74	4	708,09	2,65
» 24	10 .	711,43	4	706,95	4,48
» 25	9 .	710,34	4	706,59	3,75
Moyenne.	9^{h}42^m .		4^{h}6^m		3,43

Merida.

Latitude N., 8° 15′; longitude O., 73° 20′; altitude, 1619^{m}.
Température moyenne, 22°.

Sur le versant occidental de la Cordillère orientale, à 55 milles au sud du lac de Maracaybo, au pied de la Sierra-Nevada.

Dates. 1823.	Heures d'observation.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.	Température de l'air.
		mm	mm	°
Avril 12	11^{h} matin..	634,14	1,97	19,4
	4 soir....	632,17		20,6
15	10 matin..	633,49	1,69	22,4
	4 soir....	631,80		21,0
	Moyenne.....		1,83	

Pamplona.

Latitude N., 7° 18′; longitude O., 75° 4′; altitude, 2311^{m}.
Température moyenne, 16°,5.

Cordillère orientale, versant ouest, dans une étroite vallée entourée de montagnes élevées de 3500^{m} à 4500^{m}, à 120 milles au sud du lac de Maracaybo.

Dates. 1823.	Heures d'observation.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.	Température de l'air.	Observations.
		mm	mm	°	
Mai 10	8^{h} mat..	584,20	2,70	17,4	
	10 » .	584,55		16,7	Brouillard.
	11 » .	584,40		17,4	
	Midi....	584,20		17,8	
	1^{h} soir..	583,37		18,3	
	2 » ..	582,65		19,4	
	3 » ..	581,96		20,0	
	4 » ..	581,85		20,3	
11	9^{h} mat..	583,55	1,55	16,1	Fort brouillard.
	10 » .	583,57		16,7	
	11 » .	583,55		18,0	
	Midi....	583,00		18,3	
	1^{h} soir..	582,61		19,1	
	2 » ..	582,20		19,4	
	3 » ..	582,02		18,3	
	4 » ..	582,10		16,9	
	Moyenne.....		2,13		

A Pamplona, pendant les observations, brouillard dans la matinée, ciel couvert la nuit.

Santa Fé de Bogota.

Latitude N., 4°36′; longitude O., 76°34′; altitude, 2641^{m}.

Sur une esplanade de la Cordillère orientale, au pied d'une chaîne de montagnes dont les points les plus élevés ne dépassent pas 4500^{m}, cette haute vallée, dans laquelle coule, à l'ouest, le Rio Bogota, tributaire du Rio Grande de la Magdalena, a une largeur de 12 à 18 milles. Bogota (Santa Fé) est à environ 3° des côtes de l'Océan Pacifique. La largeur de la Cordillère qui, à l'orient, domine la ville, est d'à peu près 20 milles; la chaîne s'abaisse jusqu'au niveau des *llanos* de San Martin, et les eaux qu'elle déverse arrosent les plaines du Meta et du Guaviare, tributaires de l'Orénoque.

Le baromètre était installé au premier étage d'une maison dite la *Casa de la Expedicion botanica,* autrefois occupée par Celestino Mutis.

Les colonnes de mercure ont été réduites à 0°.

Les observations, commencées en août 1823, ont été continuées jusqu'en décembre 1824. Il y a eu une interruption en septembre 1824.

La moyenne de la variation diurne, déduite des 348 jours d'observations, faites entre le 1er août 1823 et le 22 décembre 1824, est..... 2^{mm},28

La plus grande variation....	3^{mm},58	(3 janvier 1824.)
La plus petite variation.....	0^{mm},14	(18 juillet 1824.)

Les hauteurs moyennes du baromètre, ramenées à 0°, ont été :

	mm	Observations.
En août 1823.....	561,30	26
septembre.....	561,10	26
octobre.....	560,88	24
novembre.....	560,59	28
décembre.....	560,28	31
janvier 1824..... ..	560,65	29
février.....	560,70	23
mars.....	560,86	16
avril.....	561,28	18
mai.....	560,88	24
juin.....	561,57	20
juillet.....	561,52	16
août.....	561,20	23
octobre.....	561,49	8
novembre.....	560,58	19
décembre.....	560,73	17
Moyenne.....	560,98	

Observations barométriques à Bogota, par D. Francisco José de Caldas.

En 1808, Caldas fit à Bogota, pendant six mois, une suite d'observations météorologiques insérées dans le *Semanario de la Nueva Granada*. Les hauteurs maxima et les hauteurs minima de la colonne de mercure ont été observées à 9^h du matin et à 4^h du soir.

Caldas avait rempli son baromètre avec du mercure purifié qu'il avait fait bouillir dans le tube. L'instrument que j'ai vu n'était pas à niveau constant, mais le diamètre de la cuvette était si considérable par rapport à celui de la section intérieure du tube que, pour d'aussi faibles variations que celles constatées à Bogota, la correction exigée par suite du déplacement de niveau devait être insignifiante.

Je n'ai pas cru devoir réduire à 0° les hauteurs barométriques. Il s'agissait de trouver l'amplitude de la variation diurne; or, dans les six mois d'observations, le thermomètre placé à l'intérieur n'a pas varié de 2°. D'aussi

faibles changements de température ne sauraient affecter l'expression de la valeur de la variation diurne.

180 observations, de janvier à juin 1808, donnent pour moyenne de la variation barométrique diurne..... $2^{mm},23$
La plus grande, le 27 janvier..... $3^{mm},95$
La plus petite, le 23 avril..... $1^{mm},31$

Températures moyennes des mois à Bogota.

Août 1823.....	14°,81
Septembre.....	14,46
Octobre.....	14,42
Novembre.....	13,84
Décembre.....	13,85
Janvier 1824....	14,42
Février.....	14,69
Mars.....	14,53
Avril.....	14,65
Mai.....	14,94
Juin.....	14,79
Juillet.....	13,91
Août.....	13,72
Septembre.....	14,65
Octobre.....	14,57
Novembre.....	15,53
Moyenne.....	14,5

Quantités de pluie tombée à Bogota.

Années.	Pluie.	Observateurs.
	cm	
1807.....	100,3	Caldas.
1837.....	106,0	Illingworth.
1838.....	130,0	»
1839.....	91,4	»
1840.....	114,3	»
1841.....	121,9	»
1842.....	101,0	»
Moyenne de sept années..	108,7	

On résumera ici les observations météorologiques enregistrées à Bogota d'août 1823 à décembre 1824.

	Jours d'observation.	Jours où le ciel a été		Jours de	
		découvert.	nuageux.	pluie et brouillard.	grêle et tonnerre.
Août 1823....	26	15	10	1	»
Septembre.....	26	2	22	1	1
Octobre.....	24	1	19	4	»
Novembre.....	28	14	9	5	»
Décembre.....	31	4	18	5	4
Janvier 1824...	29	9	15	4	1
Février.....	23	9	12	2	»
Mars.....	16	6	5	4	1
Avril.....	18	6	7	5	»
Mai.....	24	9	12	3	»
Juin.....	20	9	9	2	»
Juillet.....	16	6	4	6	»
Août.....	23	4	18	1	»
Septembre.....		Pas d'observations.			
Octobre.....	8	5	1	2	»
Novembre.....	19	10	6	2	1
Décembre.....	17	5	4	6	2

Dans les 348 jours compris entre août 1823 et décembre 1824, il y a eu :

Jours où le ciel a été pur.....	114
» nuageux...	171
» de pluie.....	53
» de grêle.....	10

En 1824, la grêle tombée le 6 novembre à 2^h de l'après-midi fut remarquable par son abondance et la grosseur des grains, à peu près sphériques, dont le diamètre atteignait $0^m,010$ à $0^m,015$. Durant quelques instants l'obscurité était complète. Un peu avant la chute on avait entendu un bruit comparable à celui que ferait une charge

de cavalerie. Les éclairs se succédaient sans interruption. La grêle fut suivie d'une pluie torrentielle.

Ubate.

Latitude N., 5° 4′; longitude O., 76° 30; altitude, 2562^{m}; température moyenne, 15°, 5.

Sur l'esplanade de Bogota.

Dates. 1824.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
		°	mm	mm
Août 8	9^{h} matin...	15,3	566,49	2,12
	4 soir.....	17,8	564,37	

Chiquinquira.

Latitude N., 5° 32′; longitude O., 76° 30; altitude, 2597^{m}; température moyenne, 17°, 2.

A l'extrémité nord de l'esplanade de Bogota.

Dates. 1824.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
		°	mm	mm
Août 18	9^{h} matin...	16,5	565,14	1,67
	4 soir.....	17,8	563,47	

Velez (province du Socorro).

Latitude N., 6° 5′; longitude O., 76° 20′; altitude, 2198^{m}; température moyenne, 20°.

Dates. 1824.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
		°	mm	mm
Août 21	9^{h} matin...	20,5	593,02	2,14
	4 soir.....	21,0	590,88	

Observations faites dans la vallée du rio Grande de la Magdalena.

Honda.

Latitude N., 5° 12′; longitude O., 77° 13′; altitude, 270^{m}; température moyenne, 27°,9.

Dates. 1823.	Heures.	Température extérieure.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Juill. 20	9^{h} matin..	28,2	740,95	4,22
	4 soir....	31,8	736,34	
21	10 matin..	28,2	740,26	4,61
	4 soir....	31,5	736,04	
22	9 matin..	29,2	740,19	3,94
	4 soir....	32,0	736,25	
		Moyenne.....		4,26

Observations faites par M. Lœwy en 1848 *à Honda.*

Baromètre comparé à celui de l'Observatoire de Paris.

Dates. 1848.	Heures.	Température extérieure.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
		°	mm	mm
Mars 28	8^{h}45^{m} mat.	27,3	741,19	
	9 » ..	27,3	741,11	
	Midi.....	30,5	738,80	
	3 soir....	31,0	736,16	5,03
	9 »	27,8	738,81	
29	3 matin..	26,0	738,80	
	9 » ..	27,0	740,96	
	Midi.....	30,3	738,87	
	3 soir....	31,5	736,48	4,48
	9 »	27,0	738,45	
		Moyenne.....		4,75

Tocayma.

Latitude N., 4° 32′; longitude O., 77°; altitude, 455m.

Sur le versant ouest de la Cordillère orientale.

Dates. 1827.	Heures. d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
		°	mm	mm
Mai 10	9h matin...	26,5	724,38	
	Midi.....	28,3	722,92	
	4 soir.....	29,5	720,67	3,71

Ibagué.

Latitude N., 4° 28′; longitude O., 77° 40′; altitude, 1323m; température moyenne, 21°,8.

Au pied Est de la Cordillère centrale.

Résumé des observations. Variations diurnes à Ibagué.

Années.	Dates.	Variations diurnes.
		mm
1826.	Décembre 28....	3,45
1827.	Janvier 2....	2,64
»	» 3....	3,51
»	» 6....	3,63
»	» 7....	3,95
»	» 14....	3,24
»	» 15....	2,81
»	» 16....	2,31
»	» 17....	2,90
»	» 18....	2,70
»	» 19....	2,88
»	» 21....	3,45
	Moyenne.....	3,11

Provinces d'Antioquia et du Cauca.

Antioquia.

Latitude N., 6° 30′; longitude O., 78° 30′; altitude, 629^{m}; température moyenne, 26°.

Sur la rive gauche du Cauca.

Dates. 1825.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
		°	mm	mm
Novembre 19	8^{h} matin...	24,3	710,40	4,40
	10 » ...	26,0	710,15	
	Midi 30^{m}....	26,6	707,10	
	4 soir.....	27,5	706,00	
	9 »	24,9	709,20	
	10 »	24,3	709,90	

Rio Negro, province d'Antioquia.

Latitude N., 6° 8′; longitude O., 78°; altitude, 2126^{m}; température moyenne, 17°.

Sur un plateau, à l'est de Medellin.

Dates. 1825.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.
		°	mm
Oct. 24	9^{h} matin.....	16,5	596,90
	10 »	17,0	595,80
	11 »	17,5	596,10
	Midi.....	17,4	595,61
	1 soir.....	18,5	593,62
	2 »	17,4	593,21
	3 »	17,0	593,10
	4 »	17,0	593,10

		mm
Variations diurnes..	Octobre 24.....	3,80
	25.....	3,47
	26.....	3,89
	27.....	4,72
	Moyenne.....	3,97

Sonson.

Latitude N., 5°42′; longitude O., 77°44′; altitude, 2535^{m}; température moyenne, 14°.

Sur le faîte de la Cordillère centrale.

Dates. 1828.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Janv. 2	9^{h} matin....	14,8	568,64	1,66
	Midi.....	14,5	568,32	
	4^{h} soir.....	16,0	566,98	
3	9 matin....	13,5	568,30	1,67
	Midi.....	14,7	568,05	
	4^{h} soir.....	14,3	566,63	
4	9 matin....	13,5	568,05	1,63
	4 soir.....	15,5	566,42	
5	10 matin....	15,5	567,47	
6	9 matin....	14,5	566,67	0,89
	4 soir.....	16,5	565,78	
7	9 matin....	16,5	566,58	
8	9 matin....	13,7	567,99	0,76
	Midi.....	15,5	567,43	
	4 soir.....	16,5	567,23	
	Moyenne.....			1,32

Hacienda del Rodeo, près Marmato.

Altitude, 1709^{m}; température moyenne, 19°,5.

Dates. 1828.		Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
			°	mm	mm
Fév.	28	9^{h} matin...	17,8	627,74	3,13
		4 soir.....	25,0	624,61	
	29	9 matin...	17,8	627,99	2,92
		4 soir.....	23,9	625,07	
Mars	6	9 matin...	18,3	628,94	2,75
		4 soir.....	22,8	626,19	
	7	9 matin...	18,9	628,08	3,15
		4 soir.....	23,3	624,93	
		11 »	20,6	627,06	
	8	9 soir. ...	16,7	628,10	1,45
		4 »	17,2	626,65	
	9	9 matin...	17,2	628,35	2,57
		4 soir.....	20,0	625,78	
		11 »	18,9	627,08	
	30	9 matin...	21,1	626,06	2,86
		4 soir.....	21,7	623,20	
	31	9 matin...	20,6	625,36	2,33
		4 soir.....	23,3	623,03	
Avril	1	9 matin...	21,1	625,46	2,89
		4 soir.....	24,4	622,57	
	2	10 matin...	21,1	626,06	2,48
		4 soir.....	23,3	623,58	
	3	9 matin...	21,1	626,66	3,08
		4 soir.....	23,3	623,58	
	8	9 matin...	20,6	627,66	2,32
		4 soir.....	22,8	625,34	
	10	9 matin...	19,4	629,22	2,65
		4 soir.....	20,0	626,57	
	11	9 matin...	20,0	629,12	3,00
		4 soir.....	20,0	626,12	
	12	9 matin...	18,3	630,24	3,13
		4 soir.....	21,1	627,11	
	13	9 matin...	17,2	629,40	3,23
		4 soir.....	19,4	626,17	
		Moyenne.....			2,75

Mines d'or de Marmato. — Casa del Director.

Latitude N., 5° 22′; longitude O., 78° 11′; altitude, 1567^{m}; température moyenne, 20°,4.

Rive gauche du Cauca, près Supia, 800^{m} au-dessus du rio.

Dates 1829.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Janv. 11	Midi.....	22,2	646,89	
	4^{h} soir.....	22,8	645,30	
	10 »	21,0	647,85	
12	9 matin.....	20,6	648,45	3,76
	Midi.....	21,7	646,60	
	4^{h} soir.....	23,3	644,69	
13	9 matin.....	20,6	648,35	3,44
	Midi.....	22,2	646,69	
	4^{h} soir.....	22,8	644,91	
15	9 matin.....	21,7	648,10	3,10
	Midi.....	22,8	646,34	
	4^{h} soir.....	22,8	645,00	
17	9 matin.....	20,0	648,95	4,25
	Midi.....	21,7	646,14	
	4^{h} soir.....	21,7	644,70	
18	9 matin.....	20,0	647,80	3,20
	Midi.....	21,7	646,30	
	4^{h} soir.....	21,7	644,60	
20	9 matin.....	20,6	648,85	3,68
	4 soir.....	22,2	645,17	
21	9 matin.....	20,6	648,05	3,79
	Midi.....	22,2	646,74	
	4^{h} soir.....	23,3	644,26	
22	9 matin.....	21,1	647,70	3,46
	4 soir.....	22,8	644,24	
23	9 matin.....	21,7	647,85	3,59
	4 soir.....	23,9	644,26	
	Variation diurne moyenne.....			3,59

Rio Sucio de Engurumá.

Altitude, 1818^m; température moyenne, 19°,3.

A quelques milles à l'ouest de Marmato, dans la Cordillère occidentale.

Dates. 1825.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Août 16	9^h 30^m matin..	20,0	619,65	
	Midi.....	22,0	617,95	
	4^h soir.....	24,0	616,60	3,05
	11 »	17,0	619,18	
17	4 matin.....	14,9	617,97	
	9 »	25,0	619,11	
	4 soir.....	25,5	616,72	2,39
	11 »	18,0	618,03	
18	9 matin.....	20,0	620,05	
	Midi.....	27,0	618,95	2,55
	4^h soir.....	25,0	617,50	
19	9 matin.....	23,5	619,81	
	4 soir.....	25,5	617,00	2,81
20	9 matin.....	23,5	619,45	
	4 soir.....	25,5	616,72	2,73
22	9 matin.....	24,8	619,64	
	4 soir.....	21,5	617,35	2,29
	Variation diurne moyenne.....			2,64

Cartago.

Latitude N., 4°45′; longitude O., 78°26′; altitude, 978^m; température moyenne, 24°,5.

Près du Cauca, rive droite.

Dates. 1827.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Juin 5	9^h matin.....	24,7	683,87	3,60
	Midi.....	24,7	682,57	
	4^h soir.....	25,2	680,27	
6	9 matin.....	23,3	683,98	3,86
	4 soir.....	27,0	680,12	
7	9 matin.....	23,6	683,94	4,40
	4 soir.....	26,0	679,54	

Dates. 1827.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Juin 8	Midi	25,5	681,78	
16	9h matin	24,8	683,11	
	Midi	25,7	681,41	3,80
	4h soir	28,1	679,31	
21	9 matin	24,0	683,60	5,92
	4 soir	27,3	677,68	
1832.				
Mars 30 (1)	9 matin	22,0	685,16	
	10 »	21,5	685,22	
	11 »	22,3	684,83	
	Midi	22,5	683,75	
	1h soir	23,0	681,76	5.27
	2 »	23,5	681,05	
	3 »	24,0	680,35	
	4 »	24,0	679,95	
	5 »	22,5	680,20	
	6 »	22,0	681,86	
	7 »	22,0	681,96	
	8 »	22,0	682,81	
	9 »	22,0	683,31	
	10 »	22,5	683,70	
	11 »	22,5	683,80	
31	7 matin	21,5	683,97	
	8 »	21,3	684,14	
	9 »	21,5	684,37	
	10 »	21,3	684,34	
	11 »	21,5	684,67	
	Midi	22,0	684,21	
	1h soir	21,5	684,22	2,33
	2 »	22,0	683,41	
	3 »	22,0	682,56	
	4 »	22,1	682,30	
	5 »	22,2	682,04	
	7 »	21,3	682,34	
	9 »	21,3	682,64	
	10 »	21,3	682,59	
	Moyenne			4.17

(1) Les observations sont faites dans une autre maison.

Popayan.

Latitude N., 22° 6′; longitude O., 79°; altitude, 1809^{m}; température moyenne, 18°,9.

Près du point où la Cordillère des Andes se ramifie. La ville de Popayan est à 20 milles au nord-ouest du volcan de Puracé.

Dates. 1831.	Heures d'observation.	Baromètre.	Température du baromètre.	Baromètre à 0°.
		mm	°	mm
Avril 14	10^{h} matin..	624,65	18,6	622,76
	Midi.....	623,55	18,9	621,60
	4^{h} soir.....	621,00	19,2	619,05
	Variation diurne.....			3,71

Anserma Nuevo.

Latitude N., 4°,48; longitude O., 78°,30′; altitude, 1050^{m}; température, 26°,4.

Vallée à quelques milles de Cartago.

Dates. 1829.	Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Février 4	9^{h} matin	25,0	676,30	
	Midi.....	26,1	674,64	3,79
5	4^{h} soir.....	27,2	672,51	
6	9 matin.....	25,0	676,25	
	Midi	27,2	675,36	2,22
	4^{h} soir.....	27,2	674,03	
	Variation diurne moyenne...			3,00

Plaines du rio Meta et de l'Orénoque.

San Martin.

Latitude N., 3°45′; longitude O., 75°35′; altitude, 432m; température moyenne, 27°,5.

A l'est-sud-est de Bogota, au pied de la Cordillère orientale.

Dates. 1824.		Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
			°	mm	mm
Janvier	25	9h matin.....	29,0	725,94	
		10 »	29,2	725,66	4,29
		4 soir.....	32,0	721,65	
	26	8 matin.....	25,6	725,20	
		9 »	29,0	725,08	
		10 »	30,6	725,17	
		11 »	29,4	725,16	
		Midi.....	29,7	724,56	3,09
		1h soir.....	30,6	724,33	
		2 »	28,3	723,17	
		3 »	30,6	722,25	
		4 »	29,7	722,27	
		5 »	28,6	722,20	
		6 »	28,3	722,32	
		7 »	26,5	722,97	
		8 »	25,2	723,93	
		9 »	25,0	724,40	
		10 »	25,0	724,69	
		11 »	22,2	725,14	
	27	8 matin.....	24,2	725,67	
		9 »	25,0	725,73	
		10 »	25,8	725,68	
		11 »	26,4	725,77	
		Midi.....	28,0	725,51	2,76
		1h soir.....	28,0	724,97	
		2 »	28,6	723,37	
		3 »	27,5	722,97	
		4 »	23,7	723,26	
		Variation diurne moyenne...			3,25

Marayal.

Altitude, 236^{m}.

Sur le rio Meta, à l'est-sud-est de Bogota.

Dates. 1824.		Heures d'observation.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
			°	mm	mm
Janvier	12	9^{h} matin	31,1	743,64	4,69
		4 soir	34,4	738,95	

Cariben, sur l'Orénoque.

Dates. 1824.		Heures.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variation diurne.
			°	mm	mm
Mars	8	9^{h} matin	30,5	756,57	3,88
	3	30^{m} soir	34,7	752,69	

Pasto.

Latitude N., 1° 13′; longitude O., 79°; altitude, 2610^{m}; température moyenne, 14°.

A 10 milles à l'est du volcan.

Dates. 1831.		Heures.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.
			°	mm
Juin	9	Midi	13,4	565,58
	10	9^{h} matin	13,3	565,84
		Midi	13,3	565,74
	11	9^{h} matin	12,2	565,89
		4 soir	14,0	564,22
		Variation diurne....		1,67

Novita, au Choco.

Latitude N., 4°36′; longitude O., 78°40; altitude, 180^{m}; température moyenne, 26°,5.

A la base ouest de la Cordillère occidentale, sur la rive droite du rio San Juan, allant à l'océan Pacifique.

Dates. 1829.	Heures.	Température de l'air.	Baromètre à 0°.	Variations diurnes.
		°	mm	mm
Février 21	9^{h} matin.....	26,1	746,54	3,00
	Midi.....	27,2	744,31	
	4^{h} soir.....	26,1	743,54	
22	9 matin.....	26,1	747,24	3,38
	4 soir.....	27,2	743,86	
	Variation diurne, moyenne...			3,19

Plateau de l'Équateur.

Les montagnes à foyers volcaniques de l'Équateur courent du sud au nord suivant deux lignes parallèles séparées par une étroite vallée. La bifurcation de la chaîne des Andes en deux rameaux commence vers le 3e degré de latitude australe et se prolonge jusqu'à la province de Pasto. Cette longue vallée est interrompue par des monticules ou nœuds formant plusieurs plateaux ayant à peu près la même altitude et sur lesquels sont placés Quito, Latacunga, Hambato, Riobamba, Alausi, Cuenca. Sur la chaîne occidentale se trouvent le nevado de Cotocachi, le volcan de Pichincha, les nevados d'Iliniza, du Carahuirazo, du Chimborazo; sur la chaîne opposée, les nevados de Cayambe, d'Antisana, et deux volcans en pleine activité, le Cotopaxi, le Sangay.

Quito, à la base du Pichincha.

Latitude S., 0° 14′; longitude O., 81° 5′ ; altitude, 2910^{m}.

Observations de M. Carlos Aguirre, de décembre 1845 *à novembre* 1846.

Le baromètre, construit par Bunten, avait été comparé à celui de l'Observatoire de Paris. L'instrument indiquait des hauteurs trop faibles de 0^{mm},23. La correction n'a pas été appliquée.

On a réduit à 0°.

278 observations sont consignées dans mon Mémoire. On a présenté ici les moyennes mensuelles des maxima et des minima.

1845.	Baromètre à 0° maxima.	Baromètre à 0° minima.	Nombre d'observations.	Hauteur barométrique.
	mm	mm		mm
Décembre....	547,78	545,47	7	546,62
1846.				
Janvier.....	547,37	545,37	24	546,37
Février.....	547,79	545,47	22	546,63
Mars.....	547,77	545,37	16	546,57
Avril.....	547,79	545,72	24	546,75
Mai.....	548,40	546,45	30	547,42
Juin.....	548,29	546,41	25	547,35
Juillet.....	548,77	546,62	29	547,70
Août.....	548,13	546,20	27	547,16
Septembre....	547,69	545,82	28	546,75
Octobre.....	548,08	545,51	28	546,80
Novembre....	547,55	545,32	18	546,44
Moyenne...	547,95	545,81		

Maxima..... 547^{mm},95
Minima..... 545^{mm},81

Hauteur barométrique déduite des maxima et minima à 546^{mm},88.

Les 278 observations donneraient pour moyenne de la variation diurne $2^{mm},14$.

La plus forte variation....	$3^{mm},46$	13 mars 1846.
La plus faible.....	$0^{mm},96$	2 juin.

J'ai trouvé pour la température moyenne annuelle de Quito 15°,2; le P. Aguilar, de la Compagnie de Jésus, donne, pour les années 1864-1865, 14°,9.

Durant la saison sèche ou plutôt la moins pluvieuse, du commencement de juin à la fin de septembre, les vents N.-E. dominent; pendant la saison des pluies, ce sont les vents S.-O.

Il pleut souvent à Quito. Suivant le P. Aguilar, on aurait eu pour la pluie tombée :

	mm
1864.	
Juin.....	49
Juillet.....	100
Août.....	137
Septembre.....	92
Octobre.....	214
Novembre.....	115
Décembre.....	256
1865.	
Janvier.....	62
Février.....	135
Mars.....	253
Avril.....	482
Mai.....	170
En une année.....	2095 = $2^{m},095$

Ce serait le double de la quantité d'eau qui tombe sur le plateau de Bogota.

Les observations udométriques de M. Carlos Aguirre, faites pendant sept mois, s'accordent avec celles du P. Aguilar.

De décembre 1845 à juin 1846, on a mesuré 1166^{mm} d'eau :

1845.		
Décembre.....	164^{mm}	1166^{mm} d'eau.
1846.		
Janvier.....	192	
Février.....	147	
Mars.....	149	
Avril.....	236	
Mai.....	195	
Juin.....	83	

On aurait pour l'année entière 2^{m} d'eau.

Quant à l'état hygrométrique de l'atmosphère à Quito, il est à peu près celui de Bogota.

Voici les nombres de jours de pluie, de brouillard et de tonnerre enregistrés pendant une année par M. Aguirre :

	Pluie.	Brouillard.	Tonnerre.
1845.	Jours	Jours	Jours
Décembre.....	18	4	2
1846.			
Janvier.....	3	1	2
Février.....	4	1	2
Mars.....	12	1	3
Avril.....	14	2	4
Mai.....	11	5	0
Juin.....	7	2	1
Juillet.....	3	2	0
Août.....	5	0	1
Septembre.....	7	1	3
Octobre.....	11	6	5
Novembre.....	11	9	4
Totaux.....	106	34	27

Lorsqu'on entend le tonnerre, l'orage n'éclate pas toujours sur Quito, mais dans les environs. Il tombe dans

une année six à huit fois de la grêle, mais il grêle plus fréquemment dans la montagne que dans la ville.

Il peut être curieux de comparer les météores aqueux signalés par M. Aguirre à ceux observés par le P. Aguilar.

Voici ceux donnés par ce dernier :

	Pluie.	Tonnerre.	Grêle.
1864.	Jours	Jours	Jours
Juin	3	0	0
Juillet	2	3	1
Août	16	3	3
Septembre	6	5	1
Octobre	15	19	1
Novembre	9	3	0
Décembre	18	2	1
1865.			
Janvier	7	1	0
Février	9	0	1
Mars	17	1	1
Avril	24	8	2
Mai	18	0	0
Totaux	144	45	11

Si l'on considère comme pluie les 34 jours de fort brouillard enregistrés par M. Aguirre, on aurait 140 pour le nombre des jours pluvieux, presque exactement celui indiqué par le P. Aguilar.

Latacunga.

Latitude australe, 0° 59′; longitude O., 80° 50′; altitude, 2860^{m}.

Au sud de Quito, en vue du volcan Cotopaxi, sur un plateau peu étendu, M. Cassola, un de mes élèves, a fait, avec un baromètre comparé à celui de Paris, 3650 observations durant l'année 1857. On observait chaque jour de 8^{h} du matin à 5^{h} du soir. Le détail de ce travail est consigné dans mon Mémoire. Je me bornerai ici à en présenter un extrait.

1857.	Baromètre à 0°. 9h matin.	4h soir.	Variation diurne.
	mm	mm	mm
Janvier	551,48	548,71	2,77
Février	551,24	547,36	3,88
Mars	551,35	548,38	2,97
Avril	551,76	549,21	2,55
Mai	552,10	549,10	3,00
Juin	551,50	549,20	2,30
Juillet	551,51	549,23	2,28
Août	552,57	549,81	2,76
Septembre	552,05	549,18	2,87
Octobre	551,86	549,23	2,63
Novembre	551,50	548,85	2,65
Décembre	551,13	548,44	2,69
Moyenne	551,62	548,64	2,77

	mm
Moyenne des maxima	551,62
Moyenne des minima	548,64
Hauteur moyenne du mercure	550,13

Température moyenne de Latacunga donnée par un thermomètre placé dans le sol, au rez-de-chaussée, la boule de l'instrument étant à 0m,33 *de profondeur.*

On observait à 9h du matin.

	Moyenne des températures.
	°
Janvier	13,2
Février	13,3
Mars	13,1
Avril	13,0
Mai	13,9
Juin	13,3
Juillet	13,2
Août	13,3
Septembre	13,5
Octobre	13,6
Novembre	13,4
Décembre	13,4
Moyenne	13,3

Pluie recueillie à Lacatunga en 1857.

	mm
Janvier	59,8
Février	110,2
Mars	125,5
Avril	63,8
Mai	37,2
Juin	10,8
Juillet	37,2
Août	5,5
Septembre	48,5
Octobre	101,2
Novembre	21,2
Décembre	65,1
En une année	686,0

Métairie d'Antisana.

Latitude S., 0° 32′; longitude O., 80° 38′.

A 35 milles au sud-est de Quito, à la base du sommet neigeux du volcan.

Altitude de la Métairie	4072^{m}
Altitude du volcan d'Antisana	5878^{m}

Dates. 1831.	Heures.	Baromètre à 0°.	Température de l'air.	Remarques.
		mm	°	
Août 4	4^{h} soir	472,61	5,0	Neige.
	5 »	472,57	3,6	»
	7 »	473,97	2,8	Ciel découv.
	11 »	472,83	2,0	»
5	4 matin	472,87	1,7	»
	8 »	473,02	2,8	»
	8.30^{m} matin	473,37	2,3	»
	9 matin	473,27	3,4	»
	4 soir	472,33	3,3	Ciel couvert.

	mm
Variation diurne.....	1,04
Variation de 4^h soir à 11^h soir....	0,20
Variation de 11 soir à 4 matin..	0,40

Durant une ascension au sommet du volcan, je fus atteint subitement d'une ophtalmie des plus graves, causée par la réverbération des neiges. Forcé de retourner à Quito, je dus renoncer à continuer les observations que j'avais commencées à la Métairie, une des stations habitées les plus élevées du globe. Des études météorologiques sur un point placé à une telle altitude, sous l'équateur même, offraient un grand intérêt. Heureusement que, quelques années plus tard, j'engageai un jeune Américain, M. Carlos Aguirre, élève distingué de l'École Centrale, à établir un observatoire à l'Antisana.

C'est certainement la première série d'observations exécutée à une altitude peu différente de celle du sommet du mont Blanc.

J'ai extrait des registres de M. Aguirre et réduit à 0° les hauteurs maxima et minima pour en déduire la variation barométrique.

Le baromètre établi en 1846 dans la Métairie avait été construit par Bunten et comparé au baromètre de l'Observatoire de Paris.

RÉSUMÉ.

La variation diurne moyenne déduite de 374 jours d'observation est de..... $0^{mm},52$

La plus grande variation de $1^{mm},65$ le 27 avril 1846.

La plus petite variation de $0^{mm},10$ le 23 octobre 1846.

La hauteur moyenne du baromètre, déduite des maxima et des minima observés chaque jour a été à l'Antisana :

1845.	mm	Jours d'observation.
Décembre.....	471,37	21
1846.		
Janvier.....	471,35	31
Février.....	471,51	28
Mars.....	471,78	31
Avril.....	471,71	30
Mai.....	472,31	31
Juin.....	472,50	30
Juillet.....	472,42	31
Août.....	472,11	31
Septembre.....	471,60	30
Octobre.....	471,60	31
Novembre.....	471,38	30
Décembre.....	471,31	19
Moyenne.....	471,77	
Correction.....	0,50	
Hauteur moyenne corrigée	471,27	

TEMPÉRATURE MOYENNE

	déduite des maxima et des minima de la journée.	déduite de la somme des observations faites d'heure en heure entre 6h du matin et 6h du soir.
1845.		
Décembre....	6°,81	7°,04
1846.		
Janvier.....	6,50	6,67
Février.....	5,59	5,80
Mars.....	5,88	5,99
Avril.....	6,30	6,34
Mai.....	5,75	6,00
Juin.....	4,98	5,12
Juillet.....	3,45	3,56
Août.....	3,37	3,42
Septembre....	4,14	4,12
Octobre.....	5,31	5,33
Novembre....	5,75	5,81
Décembre....	5,41	5,37
Moyenne...	5,18	Moyenne 5,44

Un thermomètre maintenu, pendant la nuit du 5 au 6 août 1831, à $0^m,4$, au fond d'un trou de mine pratiqué dans le sol de la maison d'Antisana, marquait à 8^h du matin $+ 5^o,0$, la température extérieure étant de $+ 1^o,7$.

Refroidissement par rayonnement nocturne, observé à l'Antisana.

Le thermomètre à minima a indiqué :

		INDICATION	
1845.	Moyenne.	Maxima.	Minima.
Décembre.....	+ 1°,8	+ 3°,8	— 0°,5
1846.			
Janvier.....	+ 2,4	+ 4,5	— 2,5
Février.....	+ 1,2	+ 3,5	— 4,5
Mars.....	+ 2,2	+ 3,5	+ 0,5
Avril.....	+ 1,7	+ 4,0	— 0,9
Mai.....	+ 0,4	+ 3,6	— 3,3
Juin.....	— 0,4	+ 3,8	— 6,2
Juillet.....	— 1,4	+ 1,9	— 6,4
Août.....	— 1,6	+ 0,3	— 6,6
Septembre.....	— 2,0	+ 1,3	— 5,6
Octobre.....	— 1,3	+ 1,5	— 5,7
Novembre.....	— 0,5	+ 2,4	— 4,0
Décembre.....	— 0,4	+ 2,2	— 2,5

L'abaissement de la température par l'effet du rayonnement nocturne explique pourquoi, fréquemment au lever du Soleil, l'herbe de la Métairie est couverte de givre, bien qu'un thermomètre suspendu dans l'air soit à plusieurs degrés au-dessus de 0°.

Pluie recueillie en dix mois à l'Antisana.

1845.	
Décembre	75 mm
1846.	
Janvier	142
Février	101
Mars	133
Avril	213
Mai	219
Juin	272
Juillet	278
Août	382
Septembre	55
	1870

Pour l'année on aurait eu probablement $2^{m},24$, à peu près la quantité tombée à Quito. A la métairie d'Antisana, le ciel est généralement nuageux ; on jugera du climat par ce relevé.

En 375 jours on a enregistré :

Jours où il y a eu des brouillards	130
» de la pluie	122
» de la neige	36
» de la grêle	12
» du tonnerre	17
Jours où le ciel a été découvert	34

Ce qui frappe au premier abord, a dit de Humboldt, dans le phénomène des variations barométriques entre les tropiques, « c'est la non-interruption du mouvement

ascendant ou descendant du mercure. Il faut toutefois déterminer le moment où la colonne atteint son minimum et ne change pas sensiblement, et le moment où elle commence de nouveau à monter. Il arrive, comme pour toutes les grandeurs susceptibles d'un maximum et d'un minimum, que l'accroissement et la diminution des marées de l'atmosphère et de l'océan, près des limites extrêmes, sont proportionnels au carré des temps écoulés depuis les époques des maxima et des minima. Le baromètre reste par conséquent stationnaire, en apparence, avant que son mouvement devienne rétrograde. Cet état stationnaire dure plus ou moins longtemps, comme l'état du flux dans la *mer étale*. »

Je cite ce passage de l'illustre voyageur pour rappeler la tendance, bien naturelle d'ailleurs, qu'on avait de considérer les mouvements périodiques du mercure comme l'indice d'une marée accomplie dans l'atmosphère. Ainsi, en 1784, Cotte attribua les variations barométriques constatées à Mexico par le P. Alzate à une cause ayant quelques rapports avec les marées déterminées par la Lune.

Celestino Mutis assurait à de Humboldt que « le baromètre monte et descend le plus dans les quadratures, tandis qu'à l'époque des oppositions et des conjonctions les différences entre les hauteurs de 11^h du soir et 4^h matin deviennent singulièrement petites ».

J'ai entrepris, à Bogota, une série d'observations qui n'a pas confirmé l'assertion de Mutis. Dans les syzygies comme dans les quadratures, et aux heures du passage de la Lune par le méridien, je n'ai pu reconnaître l'influence lunaire sur les hauteurs barométriques, bien que j'aie fait usage d'un instrument accusant des variations de $\frac{1}{20}$ de millimètre. Ce que j'ai reconnu à Bogota, c'est que les hauteurs moyennes mensuelles sont les plus grandes en juin et

juillet, les plus petites en décembre et janvier, lorsque la Terre est le plus rapprochée du Soleil.

Bogota.

Hauteur barométrique moyenne :

Juin	561,57 mm	Janvier...	560,65 mm
Juillet....	561,52	Décembre.	560,22
Moyenne.	561,55	Moyenne.	560,46

Les observations faites dans d'autres localités ont été :

Quito.

Juin	547,35 mm	Janvier...	546,37 mm
Juillet....	547,70	Décembre.	546,62
Moyenne.	547,53	Moyenne.	546,50

Latacunga.

Juin	550,35 mm	Janvier...	550,10 mm
Juillet....	550,37	Décembre.	549,79
Moyenne.	550,36	Moyenne.	549,94

Antisana.

Juin	472,50 mm	Janvier...	471,35 mm
Juillet....	472,42	Décembre.	471,36
Moyenne.	472,46	Moyenne.	471,30

Caracas.

En prenant la moyenne des quatre années d'observations faites par M. Aveledo, on trouve aussi que la hauteur du mercure est plus faible au solstice d'hiver qu'au solstice d'été.

Hauteur barométrique moyenne:

	mm		mm
Juin.....	684,67	Janvier...	683,85
Juillet....	684,36	Décembre.	684,05
Moyenne.	684,52	Moyenne.	683,94

Mais, en prenant isolément les années 1868 et 1869, on ne trouve plus de différence dans le même sens.

1868.			
	mm		mm
Juin.....	684,30	Janvier...	684,34
Juillet....	684,17	Décembre.	684,37
Moyenne.	684,24	Moyenne.	684,35
1869.			
	mm		mm
Juin.....	683,93	Janvier...	684,46
Juillet....	685,24	Décembre.	684,93
Moyenne.	684,59	Moyenne.	684,69

L'observateur hollandais, dont le nom est resté inconnu, terminait sa lettre datée de Surinam, dans laquelle il annonçait la découverte des variations horaires barométriques, par cette phrase: « On désire que les philosophes d'Europe fassent leurs conjectures là-dessus. » Soixante-dix-sept ans plus tard, près de ces mêmes côtes de Surinam, sur les bords de l'Orénoque, de Humboldt disait, non sans une certaine tristesse : « Quant aux conjectures des philosophes d'Europe, que le correspondant du journal

littéraire de la Haye désirait connaître, on ne peut pas en offrir de bien satisfaisantes. »

Aujourd'hui, on pourrait encore reproduire la réflexion de de Humboldt si les philosophes d'Europe n'avaient constaté dans l'atmosphère des phénomènes périodiques analogues à celui accusé par le baromètre et dus peut-être à une même cause : les variations horaires de la déclinaison de l'aiguille aimantée, de l'intensité du magnétisme, de la tension électrique dans l'air.

Résumé des observations barométriques faites dans le voisinage de l'Équateur, entre le 11e degré de latitude N. *et le 5e degré de latitude* S., *depuis le niveau de la mer jusqu'à l'altitude de* 4300m.

AU NIVEAU DE LA MER.

LOCALITÉS.	TEMPÉRATURES moyennes.	HAUTEURS du mercure dans le baromètre à la température de 0°.	VARIATIONS DIURNES			NOMBRE d'observations.	OBSERVATEURS.	REMARQUES.
			amplitude moyenne.	la plus grande.	la plus petite.			
	0	mm	mm	mm	mm		MM.	
La Guayra	27,6	760,4	2,54	2,89	2,04	12	Boussingault et Rivero.	Sur l'Atlantique.
Cartagena	27,9	759,2	2,32	4,80	0,80	27	J. Acosta.	»
Santa-Marta	27,9	759,5	2,52	2,67	2,37	2	B. Lœwy.	»
Payta	27,1	758,5	2,92	3,78	1,88	4	Duperrey.	Sur l'océan Pacifique.
Payta	"	756,6(?)	3,45	3,78	2,83	8	Boussingault.	»
Payta	"	759,7	3,08	3,90	2,47	9	De Tessan.	»
Tumaco	26,5	759,6	1,71	"	"	1	Boussingault.	»
San Buenaventura	"	758,4	2,64	"	"	1	»	»

Résumé des observations barométriques.

AU-DESSUS DU NIVEAU DE LA MER.

LOCALITÉS.	ALTITUDES.	TEMPÉRATURES moyennes.	HAUTEURS du mercure dans le baromètre à la température de 0°.	VARIATIONS DIURNES			NOMBRE d'observations.	OBSERVATEURS.	REMARQUES.
				amplitude moyenne.	la plus grande.	la plus petite.			
	m	o	mm	mm	mm	mm		MM.	
Caracas.....	936	20,4	684,6	2,81	3,23	2,47	8	Boussingault et Rivero.	Venezuela.
Caracas.....	//	17,0	//	2,97	4,17	1,65	13	Humboldt.	
La Vittoria.....	561	25,5	713,8	3,30	//	//	1	Boussingault et Rivero.	Venezuela.
Maracay	439	25,5	723,9	4,19	4.87	3,60	5	» »	Près du lac Tacarigua.
San Luis de Cura...	262	27,4	735,6	3,30	//	//	1	Boussingault.	»
Nueva Valencia.....	488	25,8	719,9	3.95	4,31	3,55	3	Boussingault et Rivero.	»
San Carlos.....	169	27,4	745,9	4,36	4,40	4,33	2	Boussingault.	Venezuela.
Tocuyo	629	26,0	708,4	3,43	4,48	2,65	5	»	»
Merida.....	1619	22,0	632,9	1,83	1,97	1,69	2	»	Vallée de Cauca.
Pamplona.....	2311	16,5	583,0	2,13	2,70	1,55	2	»	Cordillère orientale.
Santa Fé de Bogota.	2641	14,5	560,98	2,28	3,58	0,14	348	Boussingault et Rivero.	
»	//	//	//	2,23	3,95	1,31	180	José de Caldas.	
Ubaté	2562	15,5	565,4	2,12	//	//	1	Boussingault.	Plateau de Bogota.

Chiquinquira.....	1597	17,1	564,3	1,67	"	"	1	»	»
Velez.....	2198	20,5	591,9	2,14	"	"	1	»	Socorro.
Honda.....	270	27,9	738,3	4,26	4,61	3,94	3	»	Vallée de la Magdalena.
»	"	"	738,9	4,75	5,03	4,48	2	Lœwy.	»
Tocayma.....	455	28,1	722,6	3,71	"	"	1	Boussingault.	»
Ibagué.....	1323	21,8	654,5	3,10	3,95	2,31	12	»	»
Antioquia.....	629	26,0	708,2	4,40	"	"	1	»	Rio Cauca.
Rio Negro.....	2126	17,0	595,3	3,97	4,72	3,47	8	»	Vallée de Cauca.
Sonson.....	2535	14,0	567,3	1,32	1,67	0,76	5	»	Province d'Antioquia.
Rodeo près Marmato.	1709	19,5	626,1	2,75	3,23	1,45	16	»	Près Supia.
Marmato.....	1567	20,4	646,5	3,59	4,25	3,10	9	»	Casa del Director.
Rio Sucio.....	1818	19,3	618,3	2,64	3,05	2,29	12	»	Vallée du Cauca.
Cartago.....	978	24,5	681,9	4,17	5,92	2,33	7	»	»
Popayan.....	1809	18,9	623,1	3,71	"	"	1	»	»
Anserma Nuevo	1050	26,4	674,8	3,00	3,79	2,22	2	»	»
San Martin.....	432	27,5	7240,	3,25	4,29	2,76	3	Boussingault et Rivero.	Llanos E. de Bogota.
Marayal.....	236	32,7	741,3	4,69	"	"	1	Boussingault.	Rio Meta.
Cariben.....	"	32,6	754,6	3,88	"	"	1	Rivero et Roulin.	Orénoque.
Pasto.....	2610	14,0	565,4	1,67	"	"	1	Boussingault.	
Novita.....	180	26,5	745,1	3,19	3,38	3,00	2	»	Choco, rio San Juan.
Quito.....	2910	15,2	546,0	1,56	3,83	0,45	16	»	
»	"	"	"	2,10	3,46	0,96	279	Aguirre.	
Latacunga.....	2860	13,3	550,13	2,77	3,88	2,28	365	Cassola.	Au sud de Quito.
Métairie d'Antisana.	4072	4,4	472,8	1,04	"	"	1	Boussingault.	A la base du volcan.
»	"	"	471,3	0,52	1,65	0,10	374	Aguirre.	»

L'ensemble de ces observations montre combien, dans la région équinoxiale, les oscillations de la colonne barométrique sont peu étendues et les variations diurnes régulières. L'état de l'atmosphère ne semble pas exercer d'influence sensible sur la pression. Il en est tout autrement en dehors des tropiques et, pour mettre en évidence les variations périodiques dont l'amplitude décroît à mesure qu'on s'éloigne de la ligne équinoxiale, il faut un laps de temps assez prolongé. Ainsi, d'après Kaemtz, en adoptant pour la variation diurne à l'équateur $2^{mm},7$, on aurait :

	mm
Pour une latitude nord de 41°.....	1,0
Pour la latitude nord de 50.....	0,8
Pour la latitude nord de 60.....	0,3

Cette diminution d'amplitude, on la constate aussi sous l'équateur; mais c'est en s'élevant au-dessus du niveau des mers. En d'autres termes, l'amplitude décroît avec la hauteur de la station.

Par exemple, en portant le baromètre dans la Cordillère, on voit que la variation est la suivante :

	mm
Entre l'altitude de 0^m et 1000^m.....	3,4
Eutre l'altitude de 1000^m et 2000^m.....	2,9
Entre l'altitude de 2000^m et 3000^m.....	2,2
A l'altitude de 4000^m.....	1,05

Au reste, on a pu voir, dans le Tableau résumant les observations faites dans les Andes, combien les influences locales contribuent à en modifier l'étendue; ainsi, sur les côtes, elle est en moyenne d'environ $2^{mm},6$, tandis qu'elle atteint $4^{mm},11$ dans l'intérieur des terres, à des altitudes ne dépassant pas 440^m. La diminution ne commence à s'accentuer qu'entre 1000^m et 2000^m, et elle est de plus en plus manifeste à mesure qu'on s'élève. Il y a cette analogie avec ce que l'on reconnaît dans les localités éloignées de l'équa-

teur que, dans les deux cas, la diminution dans l'amplitude de la variation périodique du baromètre répond à une diminution dans la température de l'atmosphère et surtout dans ses variations extrêmes. Ainsi, dans les régions équatoriales, la température, à peu près constante, est :

Au niveau des mers.....	28°
A 1000m.....	24
A 1500m.....	20
A 2000m.....	18
A 2500m.....	15
A 3000m.....	13
A 4000m.....	5 à 6

Il en est tout autrement dans les latitudes élevées. En prenant au hasard quelques-unes des données rassemblées dans le grand travail de Humboldt sur les lignes isothermes, on trouve pour l'hémisphère boréal :

Latitude.	Température de l'hiver.	Température de l'été.
41°.....	−4°	+21°
50.....	−3	+19
60.....	−6	+15

En Europe, la pression barométrique est surtout influencée par l'intensité et la direction des vents. Généralement la colonne de mercure monte quand le vent souffle entre l'est et le nord; elle descend par un vent venant d'un point compris entre le sud et l'ouest. Il y a sans doute d'assez fréquentes anomalies, mais le plus ordinairement le baromètre est à son maximum quand le vent du nord souffle de l'intérieur des continents et à son minimum lorsqu'il vient du sud après avoir traversé les mers. Aussi la pression atmosphérique est-elle forte avec les vents froids, faible avec les vents tièdes, et, comme le fait remarquer Kaemtz, lorsque l'air est refroidi par les vents du nord, il

se contracte, les limites de l'atmosphère s'abaissent et l'air chaud afflue de tous les côtés : de là l'ascension du baromètre. Au contraire, l'air est-il réchauffé par les vents du sud, il s'élève et s'épanche dans toutes les directions.

Entre les tropiques, c'est à l'uniformité de la température qu'il convient d'attribuer la marche si régulière du baromètre, et, au delà de l'équateur, c'est dans les fréquents changements de température et les grandes perturbations atmosphériques qui en sont la conséquence qu'il faut voir la cause de la marche irrégulière de cet instrument.

On a reconnu qu'à de très grandes altitudes, sur les plateaux de Bogota, de Quito, la colonne barométrique varie très peu, ainsi que la température. Il en est de même au niveau de l'Océan. Voici, par exemple, les hauteurs du mercure recueillies à Pernambuco, sur la côte du Pacifique, par 8°3′ de latitude sud, où l'on a fait, de 1842 à 1844, douze mois d'observations (1) :

Dates.		Moyennne. Baromètre à 0°.	Moyennne. Température de l'air.
		mm	°
1842.	Août.....	763,0	25,8
	Septembre.....	762,5	25,3
	Octobre	761,1	26,2
	Novembre.....	760,1	26,6
	Décembre.....	760,0	26,5
1842.	Janvier...	760,2	25,1
1844.	Juin.....	761,4	26,3
	Juillet.....	762,7	25,8
	Août.....	762,7	26,0
	Septembre	762,1	26,1
	Octobre.....	761,9	26,9
	Novembre.....	759,7	27,7

(1) Le baromètre était placé dans le fort Picaon. L'instrument n'avait pas été comparé au baromètre d'un observatoire d'Europe. Il est vraisemblable qu'il donne des hauteurs trop fortes.

On voit que la hauteur barométrique mensuelle a aussi peu varié que la moyenne thermométrique : c'est précisément ce qui a lieu dans les régions tempérées et froides des Cordillères. Il en est tout autrement hors des régions tropicales. Là, dans le cours d'une année, les oscillations du baromètre sont très étendues, ainsi que les différences de température. Ainsi, à Paris, dans l'espace de soixante ans, de 1806 à 1870, on a eu pour la température moyenne des mois :

Dates.	Température.
	°
Janvier	2,4
Février	4,5
Mars	6,4
Avril	10,1
Mai	14,2
Juin	17,2
Juillet	18,9
Août	18,5
Septembre	15,7
Octobre	11,3
Novembre	6,5
Décembre	3,7

Depuis le commencement du siècle jusqu'en 1871 :

La température la plus élevée a été enregistrée le 31 juillet 1803, soit	+ 36,7°
La température la plus basse le 9 décembre 1871, soit	— 21,3

Dans la proximité de l'équateur, soit au niveau de la mer, soit à de grandes altitudes, la moyenne des mois diffère à peine de 2° à 3°.

C'est sans doute à cette uniformité qu'on doit attribuer la faiblesse des changements dans la pression de l'air des régions équinoxiales; l'atmosphère n'y éprouve que rarement de fortes perturbations; aussi les phénomènes météo-

rologiques y sont-ils d'une étonnante régularité; les orages, les chutes de grêle, dans une localité, se manifestent à l'approche du Soleil vers le zénith; à une saison pluvieuse succède une saison sèche. Sur le sommet des Andes, des neiges sporadiques descendent momentanément au-dessous de la limite inférieure des neiges éternelles. Des vents impétueux, les *paramos,* soufflent périodiquement sur les plateaux élevés. Les quantités annuelles de pluie sont presque toujours les mêmes; la configuration du sol influe surtout sur leur abondance ou sur leur rareté. Ainsi, dans les forêts du Choco, sillonnées de nombreux cours d'eau, il pleut pour ainsi dire sans interruption. C'est que les vents de l'océan Pacifique, barrés par la chaîne occidentale des Andes, abandonnent la vapeur qu'ils contiennent en se refroidissant avant d'en atteindre le sommet. Sur le littoral du Pacifique, la pluie est pour ainsi dire inconnue; sa rareté est attribuée à la permanence des vents sud-sud-est. Sur cette côte péruvienne, on n'entend pas le bruit du tonnerre. Lorsque le vent des régions australes est remplacé par un vent du nord, de juillet à novembre, le ciel est voilé par un épais brouillard qui se résout en bruine, mouillant la terre à la manière de la rosée.

Ces phénomènes dépendent donc de la configuration topographique de la contrée ou de la position que le Soleil occupe dans l'écliptique; ils s'accomplissent sans amener de perturbations capables de masquer les variations du baromètre. Aussi cet instrument cesse-t-il, entre les tropiques, d'être un indicateur des changements de temps, car, ainsi que l'a dit Thibaut de Chanvalon : « Les révolutions les plus considérables de l'atmosphère n'en altèrent pas la marche; pendant les pluies abondantes, les vents, les orages, le mercure monte ou descend, si c'est son heure de monter ou de descendre, comme si tout était tranquille dans l'air. »

Ce que ces résultats ont de frappant, c'est la constance

de la température et de la pression, que ne troublent pas les variations les plus extrêmes qui surviennent dans les latitudes élevées. A ce point de vue, il est curieux de comparer les températures observées entre les tropiques aux températures minima et maxima en Europe dans les mêmes années.

	Dates.	Température.
		°
La Guayra.	1822. Décembre	27,6
Cartagena.	1831. Janvier	27,9
Santa-Marta.	1848. Mars	28,5
Payta.	1823. Mars	28,0
Payta.	1832. Janvier	27,3
Caracas.	1799. Décembre	21,5
Caracas.	1822. Décembre	20,7

Observatoire de Paris.

Dates.	Température.	Dates.	Température.
	°		°
1822. Décembre	—14,6	Août	+33,8
1831. Janvier	— 6,7	Juillet	+29,5
1848. Mars	— 9,7	Juillet	+35,0
1823. Mars	— 4,8	Août	+31,3
1832. Janvier	— 8,5	Août	+35,0
1799. Décembre	—13,1	Août	+30,0
1822. Décembre	— 8,8	Août	+31,3

	Dates.	Moyennes mensuelles.	Paris. Température minima.	Paris. Température maxima.
		°	°	°
Bogota.	1823-1824	14,5	—10,0	+33,2
Quito.	1846	15,0	—14,7	+36,0
Latacunga.	1857	13,3	— 6,6	+36,2
Antisana.	1846	5,2	—14,7	+36,0

Si l'on compare les températures moyennes des mois à

celles de Paris, pour les stations de Bogota et d'Antisana, on a :

	Bogota. 1823-1824.	Paris. 1823-1824.
	°	°
Janvier	14,2	3,1
Février	14,7	4,6
Mars	14,5	5,4
Avril	14,7	9,1
Mai	14,9	13,8
Juin	14,8	15,6
Juillet	13,9	17,1
Août	14,2	18,7
Septembre	14,3	15,7
Octobre	14,5	10,7
Novembre	14,7	7,6
Décembre	13,9	6,3

	Antisana. 1846.	Paris. 1846.
	°	°
Janvier	6,5	2,4
Février	5,6	3,1
Mars	5,9	5,7
Avril	6,3	10,0
Mai	5,7	13,8
Juin	5,0	21,0
Juillet	3,5	20,8
Août	3,4	20,5
Septembre	4,1	17,7
Octobre	5,3	11,7
Novembre	5,7	6,0
Décembre	5,4	0,3

Les températures moyennes mensuelles de Bogota et d'Antisana n'ont pas été influencées par les températures moyennes mensuelles de l'observatoire. Cependant, à

Paris, dans le cours de l'année, le thermomètre y a éprouvé des variations considérables :

		Température la plus haute.		Température la plus basse.
1823.	26 août.....	+31°,3	14 janvier....	—14°,6
1824.	14 juillet....	+35,2	14 janvier....	— 4,8
1846.	5 juillet....	+35,9	19 décembre...	—14,7

SUR

LA COMPOSITION DU LAIT

DE L'ARBRE DE LA VACHE.

Je me propose de revenir sur un travail que j'ai fait autrefois. Il s'agit d'un suc végétal que l'on considère, dans l'Amérique méridionale, comme un aliment salutaire, et qu'Alexandre de Humboldt me recommanda de soumettre à un examen chimique. L'illustre voyageur ajoutait que, parmi le grand nombre de phénomènes curieux qu'il avait observés, il en était peu qui frappèrent aussi vivement son imagination que celui d'un arbre donnant en abondance un lait rappelant par ses propriétés celui des animaux.

L'arbre de la vache (*palo de leche*) a le port du Caïmitier; il atteint une hauteur de 15 à 20 mètres. Ses feuilles sont oblongues, alternes, terminées par des pointes coriaces. Lorsqu'on fait une incision sur le tronc, il en sort un liquide blanc visqueux, d'une saveur agréable.

C'est sur le versant de la chaîne côtière du Vénézuéla, au-dessus de Ocumare, que M. de Rivero et moi nous vîmes l'arbre à lait, le *Brosimum galactodendron*, d'après le savant botaniste M. S. Linden.

Nous nous étions établis dans la petite ville de Maracay, près du lac d'eau douce de Tacarigua, pour en fixer la position, et particulièrement pour contrôler, par des observations de satellites de Jupiter et des distances lu-

naires, la longitude chronométrique obtenue en transportant le temps de la Guayra dans la vallée d'Aragua.

Chaque jour, des Indiens nous apportaient du lait végétal; nous pûmes essayer d'en déterminer la composition, et aussi les propriétés nutritives; car, pendant plus d'un mois, nous en avons pris en le mêlant à du café ou à du chocolat.

J'eus une seconde fois l'occasion de rencontrer le *palo de leche* dans une circonstance singulière.

La guerre de l'Indépendance touchait à sa fin. La forteresse de Puerto Cabello était le seul point encore au pouvoir des Espagnols sur les côtes de la mer des Antilles; l'armée américaine en faisait le blocus. Ayant à visiter les postes répartis sur le versant méridional de la Cordillère littorale, je partis des eaux thermales de las Trincheras. Parvenu au torrent de Naguanagua, je rencontrai quelques soldats portant des bidons. Je supposais que ces hommes allaient chercher de l'eau, mais les ayant vus passer le Naguanagua sans s'y arrêter, je leur demandai où ils allaient. Un d'eux répondit qu'ils allaient traire l'arbre. D'abord je ne compris pas, néanmoins je les suivis.

Après nous être élevés de 500 à 600 mètres, nous nous trouvions au milieu d'une forêt où abondaient de magnifiques *Brosimum galactodendron*, dont les racines rampantes couvraient la surface du sol. La température de l'air était de 20 à 22 degrés. Aussitôt arrivés, les soldats pratiquèrent, à coups de sabre, de nombreuses incisions pour faire jaillir du lait; en moins de deux heures, les bidons étant remplis, on reprit le chemin du campement.

La station où nous étions n'est pas éloignée de la ferme (*hacienda*) de Barbula, où de Humboldt vit les nègres de la plantation recueillir du lait végétal pour y tremper leur galette de cassave ou de maïs. Le majordome affirmait que les esclaves engraissaient par ce régime. Dans

la matinée, les Indiens du voisinage recevaient aussi du lait dans des calebasses; les uns le buvaient sur place, les autres le portaient à leurs enfants; on croyait voir, dit Humboldt, un pâtre distribuant à la famille le lait de son troupeau.

Le *B. galactodendron* est fort répandu dans les régions intertropicales. Dans sa description des Indes occidentales, Lœt l'avait déjà signalé dans la province de Cumana. M. Linden l'a vu dans les montagnes dominant Maracaïbo; A. Goudot dans la Sierra de Ocaña, là où il découvrit la belle variété de cacao montaraz; on le rencontre aussi à l'est de Quito, dans les forêts traversées par le Napo et l'Ucayali, rivières tributaires des Amazones. Les missionnaires le nomment *Sandis*.

En comparant ces stations des régions chaudes à celle de la zone tempérée de la chaîne côtière de Venezuela, on voit que le *B. galactodendron* peut exister près de l'Équateur à des altitudes comprises entre 200 et 1000 mètres, c'est-à-dire à des températures moyennes de 20 à 27 degrés.

Le lait qu'on en tire par incision est beaucoup plus consistant que le lait de vache, sa réaction faiblement acide; exposé à l'air, il s'aigrit en laissant déposer un volumineux coagulum, une sorte de fromage. Je n'ai pas à revenir sur les expériences bien incomplètes faites autrefois à Maracay; il suffira de rappeler ce que nous avons constaté alors dans le lait de l'arbre de la vache :

1° Une substance grasse semblable à la cire d'abeilles, fusible à 50 degrés, se dissolvant en partie dans les liqueurs alcalines, où elle paraît former un savon; très-soluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool bouillant. Cette matière, formée probablement de plusieurs principes, acquiert, après avoir été fondue et refroidie, l'apparence de la cire vierge; j'ajouterai que nous en avons fait des bougies.

2° Une substance azotée analogue au caséum, à structure fibreuse, rappelant la fibrine végétale que Vauquelin venait de reconnaître dans le suc du *Carica papaya*.

3° Des matières sucrées qu'il ne nous fut pas possible de caractériser.

4° Des sels de potasse, de chaux, de magnésie, des phosphates.

Quant à la quantité de matières fixes, nous l'avons estimée, à Maracay, à 42 pour 100 du lait venant de la forêt de Periquito.

Pendant longtemps j'ai regretté de n'avoir pu déterminer la nature des matières sucrées que nous n'avions fait qu'apercevoir. C'était une lacune que A. Goudot permit de combler en m'envoyant un extrait du lait végétal qu'il avait obtenu par une évaporation au bain-marie. Je dois aussi ajouter que j'ai eu le bonheur de rencontrer, dans les objets intéressants présentés à l'Exposition internationale par le gouvernement de Venezuela, plusieurs flacons de lait de l'arbre de la vache, que M. Vicente Marcano s'empressa de mettre à ma disposition. J'ai pu ainsi continuer des recherches commencées à une époque déjà bien éloignée et dont voici les résultats.

Dans 100 parties d'extrait du suc laiteux obtenu dans des conditions où il n'y avait pas eu de fermentation, on a dosé :

Cire, matières grasses	84,10
Sucre interverti, réducteur	2,00
Sucre interversible	1,40
Gomme facilement saccharifiable	3,15
Caséum, albumine	4,00
Cendres alcalines, phosphates	1,10
Substances non azotées indéterminées	4,25
	100,00

Rapportant à 100 de suc laiteux contenant 42 de matières fixes, on a :

Cire et matière résineuse	35,2	
Substances sucrées et analogues	2,8	
Caséum, albumine	1,7	4,0
Terres, alcalis, phosphates	0,5	
Substances indéterminées	1,8	
Eau	58,0	
	100,0	

Le lait végétal se rapproche certainement, par sa constitution générale, du lait de vache, en ce sens qu'il renferme un corps gras, des matières sucrées, du caséum et de l'albumine, des phosphates.

Mais les proportions de ces substances sont bien différentes; la somme des matières fixes est trois fois plus forte que celles entrant dans la composition du lait; aussi est-ce à la crème qu'il convient de comparer le lait végétal. Par exemple, dans une crème douce analysée par M. Jeannier, il y avait pour 100 :

Beurre	34,3
Sucre de lait	4,0
Caséum et phosphates	3,5
Eau	58,2
	100,0

Le beurre s'y rencontre à peu près dans la même proportion que la matière cireuse dans le lait du *B. galactodendron*. Les matières fixes sont les mêmes à fort peu près.

Cette analogie de constitution explique les propriétés nutritives, bien constatées d'ailleurs, du lait ou plutôt de la crème végétale.

LES SOURCES THERMALES

DE LA

CHAINE DU LITTORAL DU VENEZUELA

(AMÉRIQUE MÉRIDIONALE).

La chaîne littorale s'étend, à l'ouest, depuis le cerro de Avila jusqu'à Nueva Valencia, où elle se confond avec une ramification de la Cordillère orientale des Andes. Parallèlement, une ligne de montagnes peu élevées limite au sud les plaines de l'Apure et de l'Orénoque. C'est à partir du groupe de collines de Higuerote que commencent les vallées d'Aragua, dont les eaux, n'ayant pas d'issue vers la mer, forment le grand lac de Tacarigua.

Le massif du littoral est constitué par le granit et le gneiss; on y connaît plusieurs sources thermales, dont les plus importantes par leur abondance et leur température sont celles d'Onoto, de Mariara, près de la ville de Maracay, et de las Trincheras, située à peu de distance de Valencia.

I. *Sources d'Onoto* (altitude 696^{m}). — L'eau sort du gneiss de trois bassins placés au même niveau et donne naissance au ruisseau de Aguas Calientes. J'ai trouvé la température de 44°, 5, un thermomètre à l'ombre marquant 30°.

L'eau n'avait pas d'odeur; les réactifs n'y occasionnèrent aucun précipité; 1^{lit}, évaporé à siccité, laissa un faible résidu siliceux ayant une réaction alcaline.

Du fond des bassins s'élevaient, par intermittences, des bulles de gaz azote. Le terrain environnant les sources est

couvert de blocs de roches évidemment détachés du sommet de la Cordillère. Un de ces blocs granitiques, de forme hémisphérique, avait 9^m de circonférence; des fragments de gneiss, riches en grenat, sont épars dans la savane; au sitio del cerro de la Preñada, cette roche, en place, renferme des amas d'un calcaire blanc saccharoïde.

II. *Sources de Mariara* (altitude 553^m). — Ces sources sont à quelques milles au nord-est de Maracay, près du hameau de Mariara, dans une sorte d'amphithéâtre en granit renfermant de longs cristaux de feldspath, mêlés à des lamelles de mica argentin; la roche est liée au gneiss et à un micaschiste abondant en grenats. Les pics dentelés, de formes bizarres, qui terminent le granit donnent un aspect singulier, on pourrait dire lugubre, à la localité nommée le Coin du Diable (Rincon del Diablo).

C'est dans cette enceinte que de plusieurs cavités surgit de l'eau à une température de 36° à 60°; son régime est assez fort pour donner naissance à la rivière de Aguas tibias. L'eau la plus chaude sort à la partie inférieure; le thermomètre s'y maintient à 64°; quand on vient de la recueillir, elle possède une odeur d'acide sulfhydrique, qui se dissipe par le refroidissement au contact de l'air. Les réactifs y indiquent des traces de sulfates et de carbonates; évaporée, elle laisse un résidu siliceux ramenant au bleu le tournesol rougi par un acide. Du fond des *posos* d'où les sources apparaissent on voit sortir, toutes les deux ou trois minutes, une série de bulles de gaz azote.

L'eau de Mariara diffère donc de celle d'Onoto par une température notablement plus élevée, par la présence de l'acide sulfhydrique et, je dois ajouter, par ce fait curieux qu'il s'y développe, malgré une chaleur de 50° à 60°, deux plantes aquatiques, signalées par de Humboldt, l'une membraneuse, l'autre à fibres parallèles. La première rappelle l'*Ulva labyrinthiforma* de Vandelli, qu'on rencontre dans des sources chaudes de l'Europe.

III. *Sources de las Trincheras, près Nueva Valencia.*— Le lac de Tacarigua, dans la belle et fertile vallée d'Aragua, a 10 lieues de longueur sur une largeur moyenne de 2 lieues; sa profondeur varie de 18^m à 24^m. En février, sa température, prise à la surface, était de 24°. On peut adopter pour l'altitude 539^m; c'est celle que j'ai trouvée à Maracay, bâtie sur la plage septentrionale. On y voit de nombreux îlots de gneiss, dont quelques-uns sont habités et couverts d'une vigoureuse végétation.

La ville de Nueva Valencia, peu éloignée des thermes de las Trincheras, est à 5^{km} à l'ouest du lac; elle fut fondée en 1536. Avant d'atteindre l'état prospère que lui procure la culture du cotonnier et de l'indigotier, Valencia eut à subir de rudes épreuves, dont quelques-unes appartiennent aux épisodes les plus dramatiques et les plus terribles de la conquête. Qu'il me soit permis de les rappeler ici, d'après Oviedo (1).

Un caballero biscayen, Lopes de Aguirre, issu de parents pauvres, mais nobles, passa en Amérique pour, suivant son expression, y « travailler la lance à la main ». Après avoir fait la guerre dans le Pérou, il descendit le Maragnon, parvint à l'île de Margarita, et de là, par le port de Barbaruta, pénétra dans la vallée d'Aragua. A son approche, tous les habitants de Valencia s'empressèrent de se retirer dans les îles du lac Tacarigua, emmenant avec eux toutes les embarcations du rivage.

En entrant à Valencia, le tyran Lopes proclama l'indépendance du pays et la déchéance de Philippe II. C'est de cette ville qu'il adressa cette fameuse lettre au roi d'Espagne qui, dit de Humboldt, peint avec une effrayante vérité les mœurs de la soldatesque au XVIe siècle. Lopes se vante tour à tour de ses crimes et de sa piété (2).

---

(1) Oviedo, *Historia de la provincia del Venezuela.*

(2) Humboldt, *Relation historique du voyage aux régions équinoxiales*, t. V, p. 234.

Voici quelques passages de cette lettre, imprimée pour la première fois en 1723 :

.... Nous ne nous regardons plus comme Espagnols : nous te faisons une guerre cruelle, parce que nous ne voulons pas endurer l'oppression de tes ministres. Je suis boiteux du pied gauche par deux coups d'arquebuse que je reçus dans la vallée de Coquimbo, combattant sous les ordres de ton maréchal, Alonzo de Alvarado, contre François Hernandez de Giron, rebelle alors comme je le suis à présent et le serai pour toujours, car depuis que ton vice-roi, le marquis de Cañete, fit pendre nos plus vaillants guerriers, je ne fais pas plus de cas de tes pardons que des livres de Martin Luther.... J'ai la certitude que peu de rois vont au ciel ; aussi, nous autres, nous nous regardons comme très heureux de nous trouver ici, aux Indes, conservant dans toute leur pureté les mandements de Dieu....

.... En sortant de la rivière des Amazones, nous débarquâmes dans une île qu'on nomme la *Margarita*. C'est là que nous reçûmes d'Espagne la nouvelle de la grande faction des luthériens. Cette nouvelle nous fit grand'peur. Nous trouvâmes parmi nous un de cette faction ; son nom était Monte Verde. Je le fis mettre en pièces comme de droit ; car crois-moi, seigneur, que partout où je suis on vit suivant la loi....

En 1559, le marquis de Cañete envoya à l'Amazone Pedro de Ursua, Navarrois ; nous naviguâmes sur les plus grandes rivières du Pérou.... Nous avions déjà fait 300 lieues lorsque nous tuâmes ce mauvais et ambitieux capitaine. Nous choisîmes pour roi un cavallero de Séville, Fernand de Gusman, et nous lui jurâmes fidélité. On me nomma son maître de camp, et, parce que je résistais à ses volontés, on voulut me tuer ; mais, moi, je tuai le nouveau roi, son capitaine des gardes, son lieutenant général, son chapelain, une femme, un chevalier de l'île de Rhodes, deux enseignes et cinq ou six domestiques du prétendu roi.... Je nommai des capitaines et des sergents ; ils voulurent me tuer, mais je les fis pendre tous. C'est au milieu de ces aventures que nous naviguâmes onze mois jusqu'à l'embouchure de la rivière. Nous fîmes plus de 1500 lieues. Dieu sait comment nous sommes sortis de cette grande masse d'eau !

Lopes de Aguirre, abandonné des siens, fut tué à Barquisimeto. Au moment de succomber, il plongea le poignard dans le sein de sa fille unique, pour qu'elle n'eût pas à rougir du nom de la fille d'un traître.

Dans la croyance des indigènes, l'âme du tyran erre dans les savanes comme une flamme fuyant l'approche des hommes (1). Ce sont des feux rougeâtres, mobiles, des éclairs sans tonnerre que j'ai pu observer durant des nuits sereines sur les pentes de la Sierra Nevada de Merida, dans la direction du golfe ou sac de Maracaïbo.

En 1578, Valencia courut un nouveau danger : ce fut l'incursion des Caribes de l'Orénoque. Cette horde anthropophage traversa les plaines en remontant les rives du rio Guarico, et parvint jusqu'au lac de Tacarigua ; heureusement elle fut repoussée par la valeur du capitaine Garis Gonzalès. Les descendants de ces mêmes Caribes vivent actuellement dans les missions comme de paisibles cultivateurs.

Enfin, un siècle plus tard, en 1678, des flibustiers français saccagèrent Nueva Valencia, après avoir pénétré dans la vallée d'Aragua par l'ouverture (*abra*) que présente la chaîne granitique du littoral. C'est le chemin de Puerto Cabello. On monte d'abord une pente douce jusqu'à proximité de la ferme de Barbula, où est l'arête de partage ; c'est dans un ravin que se trouvent les sources de las Trincheras, aussi remarquables par leur température élevée que par leur abondance. Le nom de las Trincheras vient des fortifications que construisirent les flibustiers. La position était bien choisie. En cas d'une défaite essuyée dans la vallée d'Aragua, la retraite vers la mer était assurée. Un examen attentif montre que les travaux avaient été exécutés avec intelligence. Nul doute que, comme moyen de défense, les aventuriers pouvaient lancer sur les assaillants des masses d'eau bouillante.

---

(1) Humboldt, *Relation historique*, t. V, p. 235.

Les sources forment un ruisseau de 5^m à 6^m de largeur sur une profondeur de $0^m,50$; c'est le rio de Aguas Calientes. L'eau chaude jaillit à une cinquantaine de mètres au-dessus du ravin, de deux cavités ouvertes dans le granit et du fond desquelles, de temps en temps, sortent des bulles d'azote.

Dans l'un des bassins j'ai trouvé pour la température 92°,2, dans l'autre 96°,9.

Après les sources d'Urijino, au Japon, qu'on assure débiter de l'eau pure à 100°, celles de las Trincheras seraient les plus chaudes du monde.

L'eau est douée d'une odeur très prononcée d'acide sulfhydrique, qu'elle conserve quand elle est refroidie en vase clos, mais qu'elle perd en se refroidissant à l'air libre; ainsi refroidie, elle est sans saveur; les réactifs y accusent de faibles proportions de chlorures et de sulfates; en l'évaporant, on en retire un résidu de silice à réaction alcaline.

Avec les moyens dont je disposais, je dus me borner à ces quelques essais, en regrettant de ne pouvoir faire l'analyse complète d'une source aussi remarquable, apportant de l'intérieur de la Terre, comme toutes les sources thermales, des substances utiles aux organismes qui vivent à la surface du globe; aussi ce fut avec une bien vive satisfaction qu'en 1878, lors de l'Exposition internationale, je découvris, parmi les intéressants produits venus de Venezuela, un flacon contenant une dizaine de litres d'eau de las Trincheras, que le commissaire de la république américaine, qui est un chimiste distingué, M. Marcano, s'empressa de mettre à ma disposition.

L'eau était bien conservée, à en juger par le gaz sulfhydrique qu'elle tenait en dissolution; elle était limpide, reposant sur un faible sédiment floconneux, d'une teinte jaunâtre (1).

---

(1) Il y aurait à examiner ce sédiment, dans lequel on rencontrerait probablement des substances que ne contenait pas l'eau limpide.

Voici le résultat de l'analyse exécutée dans mon laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, et rapporté à 1lit de liquide :

	gr		gr
Chlore	0,058	Lithine	traces.
Acide sulfurique	0,034	Silice	0,127
Acide borique	0,000	Oxyde de fer	0,012
Soude	0,066	Acides sulfhydrique, carbonique	indéterm.
Potasse	0,014		
Chaux	0,013	Oxyde de cuivre	0,000
Magnésie	0,006	Arsenic	0,000

La silice soluble est relativement en assez forte proportion. Cette proportion dépasse celle que l'on trouve dans les eaux de Plombières, de Carlsbad et d'Aix-la-Chapelle. C'est, sous le rapport de la teneur en acide silicique, avec l'eau des geysers d'Islande que la source de las Trincheras offre le plus d'analogie; comme ces eaux, elle dépose des concrétions siliceuses, aux points d'émission.

L'absence du cuivre a été admise, après avoir employé pour le découvrir les procédés les plus délicats de l'électrolyse, et c'est à M. L'Hôte, dont l'habileté comme analyste est bien connue de l'Académie, qu'avait été confiée la recherche de l'arsenic.

J'ai été surpris qu'une source thermale aussi abondante, placée à proximité d'une assez nombreuse population, ne fût pas fréquentée par des malades : est-ce parce que, à l'époque où je m'y trouvais, il n'y avait pas dans la contrée de médecins qui pussent en recommander l'usage?

Lorsque je me rendis de Nueva Valencia à las Trincheras, Puerto Cabello était encore au pouvoir des Espagnols; le général Paez en faisait le blocus; l'ennemi, à court de vivres, exécutait de fréquentes sorties pour s'en procurer; dans cet état de guerre, je jugeai prudent de ne pas emporter mon baromètre, instrument précieux construit par Fortin, qu'Arago avait comparé au baromètre de

l'Observatoire, et qui aurait pu être endommagé dans un engagement.

Je déterminai l'altitude par l'ébullition de l'eau; je trouvai que les sources devaient être élevées de 300^{m} à 350^{m} au-dessus de la mer.

Je mets en regard l'élévation des sources et leur température :

	Altitude.	Température.
Onoto.....	696^{m}	44°,5
Mariara.....	553	64,0
Trincheras.....	300 à 350	96,9

Ces sources sortent de la même roche, d'un même massif de montagnes et dans un périmètre limité; ce qu'elles présentent de curieux, c'est que, en partant du haut vers le bas, l'accroissement de leur température serait proportionnel à la différence en altitude : 1° d'augmentation de chaleur pour une différence de niveau de 6^{m} à 7^{m}.

SUR LES MATIÈRES SUCRÉES

CONTENUES DANS

LE FRUIT DU CAFÉIER.

La baie ou cerise du caféier a la grosseur d'une merise; à l'état de maturité elle est rouge; sa pulpe, jaunâtre, possède une saveur légèrement sucrée. Chaque fruit renferme deux coques ellipsoïdes, presque rondes, planes d'un côté, accolées par leurs faces aplaties et enveloppées de deux minces tuniques. L'épaisseur de la pulpe comprise entre l'épiderme et la graine est très faible; on en jugera par les dimensions prises sur une cerise de forme à peu près ovoïde: grand axe, $0^m,015$ à $0^m,016$; petit axe, $0^m,012$. L'épaisseur de la couche charnue a varié de $0^m,002$ à $0^m,003$.

Dans les plantations du Venezuela, lorsque je les visitai, on dégageait les graines de café du fruit en désagrégeant la pulpe. A cet effet, les fruits étaient étendus sur une aire légèrement inclinée. La fermentation avait lieu presque immédiatement en répandant une odeur vineuse. Le suc fermenté s'écoulait ou se desséchait. Après quelques jours d'insolation, les fruits secs étaient soumis à deux triturations : la première pour obtenir le grain, la seconde à l'effet d'en briser l'enveloppe coriace pour le décortiquer.

Dans mes notes, je lis que 1^{hlit} de cerises rend de 35^{kg} à 40^{kg} de café marchand.

Durant mon séjour dans les vallées d'Aragua, à Maracay, j'avais reconnu dans le fruit du caféier plusieurs sucres,

dont il restait à spécifier la nature; mais les moyens dont je disposais et aussi l'état de nos connaissances ne me permirent pas alors de continuer des recherches qui seraient restées inachevées, si, à ma prière, l'empereur du Brésil, auquel on ne s'adresse jamais en vain lorsqu'il s'agit de l'intérêt des sciences, ne m'eût fait parvenir, par l'intermédiaire de notre éminent et regretté confrère le général Morin, des cerises de caféier mises dans l'alcool immédiatement après la cueillette. Ces fruits parvinrent au Conservatoire des Arts et Métiers en septembre 1879.

De l'une des dames-jeannes on retira:

A. Alcool dans lequel les fruits avaient séjourné.	$6^{kg},400$
B. Fruits imbibés d'alcool	$9^{kg},030$

A. L'alcool A, d'une teinte ambrée, d'une saveur légèrement sucrée, laissant un arrière-goût amer, ayant une réaction acide, a été distillé dans le vide jusqu'à réduction au volume de 1^{lit}. C'est dans ce résidu de la distillation qu'on a dosé les matières sucrées que l'alcool avait dissoutes, après un traitement préalable par le sous-acétate de plomb. Le liquide, débarrassé du plomb introduit en excès, fut amené à consistance sirupeuse; le sirop, placé dans le vide sec, se prit, en vingt-quatre heures, en une masse cristalline. Les cristaux obtenus par expression, puis purifiés par cristallisation dans l'alcool, présentaient un assemblage d'aiguilles déliées, incolores, d'une saveur fraîche et peu sucrée. Ces cristaux, ne possédant pas de pouvoir rotatoire, entraient en fusion à la température de 166°. Ce sont là les caractères de la mannite qui existerait dans les cerises du caféier mêlée à du sucre interverti et à du saccharose, dont on a déterminé les quantités.

B. Les cerises imbibées d'alcool, pesant $9^{kg},030$ mises à l'étuve, ont été réduites au poids de $3^{kg},800$; on y a dosé les sucres et la mannite.

Voici les résultats des dosages :

	A. Dans l'alcool.	B. Dans les 3kg,800 de cerises sèches.	Total.
	gr	gr	gr
Mannite.....	72,0	20,0	92,0
Sucre interverti.....	233,3	131,1	364,4
Sucre de canne.....	65,9	32,7	98,6

En restituant aux cerises sorties de l'étuve, pesant 3800gr, les matières sucrées que l'alcool A avait enlevées, 371gr,2, on a, pour le poids des cerises sèches, environ 4171gr,2.

Pour 100 de cerises séchées à l'étuve, dans l'état où elles sont parvenues à Paris, on aurait :

Mannite.....	2,21
Sucre interverti.....	8,73
Sucre de canne.....	2,37
Substances indéterminées.....	86,69
	100,00

Dans les matières indéterminées se trouvaient la pulpe privée de substances solubles et les graines avec leurs tuniques cartilagineuses (endocarpe). On a constaté en outre, dans les solutions alcooliques, de l'acide malique et de la caféine.

Les cerises desséchées à l'étuve ont donné pour 100 : graines nettes.....	47,93
Des cerises retirées d'une autre dame-jeanne..	47,81

Une dessiccation que je fis sur des cerises fraîches, cueillies sur un caféier du Venezuela, a produit pour 100 :

Graines non décortiquées.	33,4	
Pulpe sèche.....	5,6	Pulpe humide, 66,6.
Eau par différence.....	61,0	
	100,0	

De Humboldt, considérant la promptitude avec laquelle

la cerise du caféier fermente et la masse énorme de substances organiques fournies par des plantations de cent mille arbustes, était étonné qu'on n'eût jamais pensé à en retirer de l'alcool [1]. Je ne saurais partager l'étonnement du célèbre voyageur, et je doute que la distillation des baies du caféier soit lucrative; je la crois même difficilement praticable. D'abord cette cerise, l'analyse l'indique, est relativement pauvre en pulpe sucrée, si on la compare à la cerise ordinaire, à la merise et autres fruits à noyau avec lesquels, en Europe, on prépare des liquides alcooliques. Ainsi, tandis que la cerise du caféier ne renferme pas au delà de 66 pour 100 de pulpe:

La cerise ordinaire en contient.....	90
La prune à *quetchenwasser*.....	95

J'ajouterai que, pour faire fermenter le fruit du caféier, il faudrait recourir aux procédés suivis dans la préparation du kirschenwasser, du quetchenwasser : opérer en vases clos et soumettre à la distillation dans un espace de temps fort limité la totalité de la masse fermentée, graines comprises. Or, il est douteux qu'après une coction dans l'alambic les graines de café ne perdent pas de leur qualité. Il convient, d'ailleurs, de remarquer qu'en présence de la culture de la canne, ce grand producteur de sucre et par conséquent d'alcool, il n'y a réellement aucune raison pour distiller le fruit du caféier, ne donnant, ainsi que je m'en suis assuré, qu'une eau-de-vie sans ces parfums qui font coter si haut au-dessus du prix de l'alcool ordinaire les alcools de merises, de mirabelles, de quetchen. Au reste, il n'est pas exact d'affirmer qu'on n'ait pas tenté d'obtenir un liquide alcoolique du fruit du caféier. On lit, en effet, dans les *Mémoires de l'Académie des Inscriptions,* que « les habitants de l'Arabie prennent la peau qui enveloppe

---

[1] De Humboldt, *Voyages aux régions équinoxiales,* t. V, p. 86.

la graine et la préparent comme le raisin ; ils en font une boisson pour se rafraîchir pendant l'été. Cette liqueur vineuse semble posséder toutes les propriétés excitantes que l'on apprécie dans le café ([1]). »

Dans cette préparation, on fait fermenter la pulpe après en avoir extrait la graine, qui ne saurait, par conséquent, subir aucune altération ; quant au vin de café, il est naturel qu'il ait, à un certain degré, la faculté excitante de l'infusion, puisque la cerise cède, comme on l'a vu, de la caféine à l'alcool, et que des principes fixes de la pulpe restent dans le liquide après la fermentation, qui ne détruit que les matières sucrées.

([1]) *Mémoires de l'Académie des Inscriptions* (*Histoire*), t. XXII, p. 28.

SUR

LA FERMENTATION ALCOOLIQUE RAPIDE;

PAR M. JOSEPH BOUSSINGAULT.

Parmi les vins provenant de l'Exposition internationale remis au laboratoire de l'Institut agronomique par une décision du Ministre de l'Agriculture et du Commerce, il en est dans lesquels le dosage d'un élément important, la glycérine, a présenté de sérieuses difficultés, à cause d'une teneur exceptionnelle en matières sucrées. Ces vins, évaporés dans le vide, laissent un résidu abondant, visqueux, résistant aux dissolvants employés pour en dégager la glycérine, ou s'opposant à son expulsion lorsque l'extrait qui la contient est mis à l'étuve. Il est donc nécessaire d'éliminer les matières sucrées. Pour cette élimination, le moyen serait tout indiqué : la fermentation, si son extrême lenteur, dans les conditions ordinaires, n'était un obstacle en présence du nombre considérable d'échantillons de vins sucrés qu'on devait analyser. On en jugera par ce qui est arrivé avec le rancio des Pyrénées-Orientales, renfermant pour 100 :

Sucre réducteur.....	$18^{gr},9$
Alcool en volume.....	20^{cc}

Dans 100^{cc} de ce vin, additionnés de partie égale d'eau, on introduisit 6^{gr} de levûre fraîche. La fermentation ne tarda pas à se manifester; d'abord assez active, elle se calma bientôt. Le quatrième jour le liquide était éclairci ; il ne s'en dégageait plus de gaz acide carbonique. Cependant il

y restait encore du sucre, et il fallut faire intervenir, à deux reprises, 3gr de levûre délayée dans de l'eau pour le faire disparaître, ce qui n'eut lieu que le neuvième jour, la température s'étant maintenue entre 20° et 22°.

Il était permis d'attribuer cette inertie à la forte proportion d'alcool déjà contenue dans le rancio, à laquelle venait s'ajouter l'alcool formé. En effet, M. Chevreul a nettement indiqué qu'une des causes de la lenteur progressive d'une fermentation est due au développement de l'alcool, paralysant les propriétés de la levûre; aussi, en expulsant l'alcool, en l'empêchant de s'accumuler, la destruction du sucre est-elle bien plus prompte. La fermentation peut alors être pratiquée avec succès pour détruire les matières sucrées.

En vue d'accélérer la disparition du sucre par une fermentation intensive, on a fait une série d'expériences en prenant comme point de départ un travail de M. Dumas (1). On savait déjà qu'une fermentation est d'autant plus active qu'elle est provoquée par une plus forte proportion de levûre. M. Dumas a montré en outre qu'au delà d'une certaine limite le ferment n'exerce plus d'action. Par exemple, les conditions étant identiques, la levûre agit sur le glucose avec la même énergie à la dose de 20gr de levûre pour 1gr de glucose qu'à la dose de 100 pour 1. De plus, M. Dumas a reconnu (la levûre étant toujours en excès) que la durée d'une fermentation est proportionnelle à la quantité de sucre. Le glucose, comme la lévulose, fermentant aussitôt qu'il y a contact avec la levûre, tandis que le sucre de canne devant préalablement être interverti pour posséder l'aptitude fermentescible, il arrive que ce corps fermente moins promptement. Aussi a-t-il été constaté que, quelle que soit la proportion de ferment, il faut presque autant de temps pour intervertir le sucre que pour

(1) Dumas, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. III.

le convertir, après l'interversion, en alcool et acide carbonique.

M. Dumas provoquait des fermentations actives en faisant intervenir, à 22° ou 25°, de très fortes quantités de levûre. On a pensé qu'en augmentant la température on obtiendrait la même activité, tout en employant beaucoup moins de ferment, surtout en expulsant par une forte aspiration l'alcool et l'acide carbonique formés : c'est ce que l'expérience a confirmé.

Dans cet ordre d'idées, on entreprit des recherches ayant pour objet d'éliminer l'alcool et l'acide carbonique pendant la fermentation. On opéra sur le rancio, renfermant pour 100 :

Sucre réducteur.....	$18^{gr},9$
Alcool en volume.....	20^{cc}

I. Dans un ballon on introduisit :

Vin.....	100^{cc}
Eau	100^{cc}
Levûre fraîche.....	15^{gr}

Le vase fut établi dans un bain-marie, chauffé à 40° et mis en rapport avec une machine pneumatique (1). Lorsque la fermentation devint manifeste, on fit fonctionner le piston, non pas pour obtenir un vide complet, mais pour raréfier l'air, en diminuant la pression jusqu'à ce que le liquide fermentant entrât en ébullition. La vapeur alcoolique émise pendant la distillation était condensée dans un récipient plongeant dans de la glace. Six heures après, il n'y avait plus de matière sucrée. Les $18^{gr},9$ de sucre contenus dans le vin avaient disparu. On a vu qu'en faisant

(1) On a employé pour ces expériences la machine pneumatique de M. Carré, à bain d'acide sulfurique.

fermenter ce même vin dans les conditions ordinaires cette disparition n'eut lieu qu'après plusieurs jours.

II. On fit une seconde expérience dans les mêmes conditions sur un rancio d'une autre provenance, contenant pour 100^{cc}:

Sucre réducteur.....	17^{gr},0
Alcool en volume.....	22^{cc}

Dans un ballon on mit :

Vin.....	50^{cc}
Eau	150^{cc}
Levûre fraîche.....	6^{gr}

Par une application graduelle du vide, la température étant portée et maintenue à 35°, le liquide entra en ébullition; après une heure et demie de fermentation.

Dans la liqueur restée dans l'appareil on dosa :

	gr
Sucre réducteur.....	0,1
Avant la fermentation il y avait.....	8,5
Sucre disparu.....	8,4

III. Vin sucré de la collection Joinville, contenant pour 100^{cc}:

Sucre réducteur.....	9^{gr},28
Alcool en volume.....	21^{cc}

Opéré, à la température de 37°, sur :

Vin.....	50^{cc}
Eau.....	150^{cc}
Levûre fraîche.....	20^{gr}

Après deux heures de fermentation rapide, les 4^{gr},64 de

sucre avaient disparu sous l'influence de l'ébullition déterminée par une diminution de pression.

Cette rapidité dans la destruction de la matière sucrée est évidemment due en grande partie à l'expulsion de l'alcool et de l'acide carbonique, effectuée pendant toute la durée de la fermentation; on ne saurait l'attribuer uniquement à la température, à la forte dose de levûre. C'est ce qui ressort de plusieurs expériences conjuguées, consistant à faire agir simultanément les mêmes doses de levûre sur des quantités égales de vins sucrés, l'une dans un ballon A où l'on pouvait faire le vide, l'autre dans un ballon B fermé par un tube effilé, dans lequel la fermentation avait lieu à la pression ordinaire; les deux vases, établis dans un bain-marie commun, possédaient, par conséquent, une température identique.

Par cette disposition on avait dans A un liquide bouillant à une température peu élevée; la vapeur qui en émanait, contenant l'alcool initial et celui venant de la décomposition du sucre, était expulsée et condensée dans un réfrigérant.

Dans B, au contraire, où la fermentation s'accomplissait sous la pression ordinaire, l'alcool augmentait progressivement, par cette raison que l'alcool formé s'ajoutait à l'alcool préexistant. Ainsi, dans A, où l'air était fortement raréfié, la levûre dans le liquide n'était plus en contact qu'avec peu ou point d'alcool, tandis qu'en B elle fonctionnait au sein d'un liquide contenant des quantités croissantes d'alcools, devenant quelquefois assez fortes pour entraver, même pour en empêcher l'action.

La durée des fermentations accomplies dans les mêmes conditions a varié notablement, ce qui tenait à la différence d'activité, de vitalité des levûres qu'on faisait intervenir. Toutefois, comme dans chaque expérience on employait constamment de la levûre de même origine, les résultats ont toujours été comparables.

Voici le détail de quelques observations :

I. Rancio des Pyrénées-Orientales, contenant pour 100cc :

Sucre réducteur	18gr,9
Alcool en volume	20cc

Mis dans deux ballons A et B :

Vin	100cc
Eau	100cc
Levûre fraîche	15gr

Température du bain-marie, 40°.

Après une heure et demie de fermentation on a dosé dans le liquide du ballon A (air raréfié) :

	gr
Sucre réducteur	6,93
Avant la fermentation, il y avait	18,90
Sucre disparu	11,97

Dans le liquide du ballon B (pression ordinaire) :

	gr
Sucre réducteur	18,00
Avant la fermentation, il y avait	18,90
Sucre disparu	0,90

Sous l'influence de la diminution de pression dans le ballon A, la fermentation a été, pour des temps égaux et à la même température, environ douze fois plus active que dans le ballon B, bien que le liquide de ce ballon ne renfermât pas au delà de $\frac{11}{100}$ à $\frac{12}{100}$ d'alcool en volume.

II. Rancio employé précédemment, contenant pour 100cc :

Sucre réducteur	18gr,9
Alcool	20cc

Introduit dans les ballons A et B :

Vin	100cc
Eau	100cc
Levûre fraîche	15gr

Température du bain-marie, 40°.

Après cinq heures d'une fermentation tumultueuse (1), on a dosé dans le liquide du ballon A (air raréfié) :

Sucre réducteur	8gr,16
Avant, il y avait	18,90
Sucre disparu	10,74

Dans le liquide du ballon B (pression ordinaire) :

Sucre réducteur	13gr,04
Avant, il y avait	18,90
Sucre disparu	5,86

Le sucre disparu représente : alcool en volume, environ 4cc, ce qui porte l'alcool à 24cc répartis dans les 200cc de liquide au moment où l'on a terminé l'expérience, soit 12 pour 100.

Cette teneur en alcool, si elle n'a pas arrêté la fermentation, a suffi pour la ralentir considérablement, l'activité de la levûre ayant été moitié moindre dans le liquide B que dans le liquide A, dont on éliminait l'alcool et le gaz acide carbonique par une ébullition à basse pression.

III. Mélange d'eau et d'alcool marquant 17° à l'alcoolgrade (température, 15°) et renfermant pour 100 :

Glucose	18gr

(1) On empêchait la mousse de se former dans le ballon où l'on faisait le vide, en y versant quelques gouttes d'huile.

Mis dans deux ballons A et B 300^{cc} de la dissolution avec 20^{gr} de levûre fraîche; température du bain-marie, 38°.

Dans les 300^{cc} de la dissolution il entrait :

Glucose.....	54^{gr}
Alcool en volume	51^{cc}

La fermentation fut à peine perceptible; on apercevait un faible dégagement de gaz.

Trois heures après, on dosa dans le liquide du ballon A (air raréfié) :

Glucose.....	52^{gr}
Avant il y avait.....	54
Glucose manquant.....	2

Dans le liquide du ballon B (pression ordinaire) :

Glucose.....	52^{gr}

Ainsi, en trois heures, dans les deux cas, il n'y avait pas eu de fermentation sensible dans un liquide renfermant, en volume, 17 pour 100 d'alcool.

IV. Mélange d'eau et d'alcool marquant 10° à l'alcool-grade (température, 15°) et renfermant pour 100 :

Glucose pur.....	18^{gr}

Dans deux ballons A et B introduit 400^{cc} de mélange avec 40^{gr} de levûre fraîche.

Les 400^{cc} renfermaient :

Glucose.....	72^{gr}
Alcool en volume.....	40^{cc}

Température du bain-marie, 38°.

Après cinq heures de fermentation, dosé dans le liquide de A (air raréfié) :

Glucose.....	27^{gr},15
Avant il y avait.....	72,00
Glucose manquant.....	44,85

Dans le liquide de B (pression ordinaire) :

Glucose	47gr,11
Avant il y avait.....	72,00
Glucose manquant	24,89 = alcool en vol. 16cc

A la pression ordinaire, la fermentation a été beaucoup plus lente que sous l'influence d'une diminution de pression amenée au point de faire bouillir le liquide fermentant à la température de 38°, quoiqu'on eût pour la même quantité de glucose un poids de levûre double de celui qu'on avait fait intervenir dans l'expérience III.

Ce résultat provient sans aucun doute de l'alcool contenu dans les 400cc de liquide du ballon B, dans lequel il y avait :

Alcool initial en volume.....	40cc
Alcool formé	16
Alcool total.....	56

Pour 100cc du liquide fermenté, 14cc, proportion d'alcool suffisante pour ralentir l'action de la levûre.

V. Mélange contenant pour 100cc :

Glucose	9gr
Alcool en volume.....	3cc,875

Introduit dans les ballons A et B 320cc de liquide avec levûre fraîche, 20gr.

Les 320cc de liquide renfermaient :

Glucose	28gr,8
Alcool.....	12cc,4

Température du bain, 38°.

Après une heure et demie de fermentation, dosé dans le liquide du ballon A (air raréfié) :

Glucose	6gr,08
Avant il y avait.....	28,80
Glucose disparu.....	22,72

Dans le liquide du ballon B (pression ordinaire) :

Glucose.....	$11^{gr},83$	
Avant il y avait	28,80	
Glucose disparu	16,97	= alcool en vol. $10^{cc},92$

Alcool en volume.....	$10^{cc},92$
Alcool initial dans les 320^{cc} du liquide ayant fermenté en B.	12,4
Alcool total.....	23,32

Dans 100^{cc} de liquide fermenté,

Alcool	$7^{cc},2$

Cette faible quantité d'alcool aurait suffi pour atténuer l'activité de la levûre, puisque dans le ballon A, où l'alcool avait été expulsé par l'ébullition, la fermentation fut environ deux fois plus rapide.

L'accumulation de l'alcool aurait donc pour effet de diminuer et même d'empêcher l'action de la levûre. Aussi, lorsque l'alcool acquis est en proportion minime, comme il arrive en agissant sur des solutions renfermant peu de sucre, il n'y a plus de différence bien marquée entre la durée d'une fermentation accomplie à la pression ordinaire et celle faite dans de l'air raréfié. Il semblerait, néanmoins, que même dans ce cas l'alcool, quoique développé en quantités minimes, affaiblit visiblement l'énergie de la levûre ; c'est ce qu'établiraient les résultats des fermentations effectuées sur des solutions pauvres en matières sucrées. On présente ici le détail de sept fermentations exécutées dans les mêmes conditions.

I. Mis dans deux ballons A et B :

Sucre.....	20^{gr}	= sucre réduct. $21^{gr},08$
Levûre fraîche.....	5^{gr}	
Eau.....	200^{cc}	

Température du bain-marie, 37°.

Après trois heures de fermentation, dosé dans le liquide du ballon A (air raréfié) :

Sucre réducteur.....	12,95 gr
Avant il y avait.....	21,08
Sucre disparu.....	8,13

Dans le liquide du ballon B (pression ordinaire) :

Sucre réducteur.....	19gr,08	
Avant il y avait.....	21gr,08	
Sucre disparu.....	2gr,0 =	alcool en vol. 1cc,29
Pour 100cc du liquide ayant fermenté alc. en volume.	0cc,65	

II. Dans deux ballons A et B :

Sucre.....	40gr =	sucre réduct. 42gr,10
Levûre fraîche.....	25gr	
Eau.....	345cc	

Température du bain-marie, 35°.

Après deux heures de fermentation, dosé dans le liquide de A (air raréfié) :

Sucre réducteur.....	24,70 gr
Avant il y avait.....	42,10
Sucre disparu.....	17,40

Dans le liquide de B (pression ordinaire) :

Sucre réducteur.....	36,16 gr	
Avant il y avait.....	42,10	
Sucre disparu.....	5,64 =	alcool en vol. 3cc,86
Pour 100cc de liquide ayant fermenté, alcool en vol.	1cc,1	

III. Dans deux ballons A et B :

Sucre.....	15gr = sucre réduct.	15,78
Eau.....	350	
Levûre.....	30	

Température du bain marie, 33°.

Après une heure de fermentation, dosé dans le liquide de A (air raréfié) :

Sucre réducteur.....	0gr,89
Avant il y avait.....	15,78
Sucre disparu.....	14,89

Dans le liquide de B (pression ordinaire) :

Sucre réducteur.....	2gr,27	
Avant il y avait.....	15,78	
Sucre disparu.....	13,58 = alcool en vol.	8cc,7
Pour 100cc du liquide ayant fermenté, alcool en vol.	2cc,9	

IV. Dans deux ballons A et B :

Sucre.....	15gr = sucre réduct.	15,78
Levûre fraîche.....	45,0	
Eau.....	300,0	

Température du bain-marie, 40°.

Après une heure et demie de fermentation, dosé dans le liquide de A (air raréfié) :

Sucre réducteur.....	0gr
Avant il y avait.....	15,78
Sucre disparu.....	15,78

Dans le liquide de B (pression ordinaire) :

	gr
Sucre réducteur.....	1,71
Avant il y avait.....	15,78
Sucre disparu.....	14,07 = alcool en vol. 9cc
Pour 100cc de liquide ayant fermenté, alcool en vol.	3cc,0

V. Mis dans deux ballons A et B :

Glucose pur.....	14gr,9
Eau.....	360cc
Levûre fraîche.....	30gr

Température du bain-marie, 35°.

Après une heure de fermentation, dosé dans le liquide de A (air raréfié) :

	gr
Glucose.....	0,0
Avant, il y avait.....	14,9
Glucose disparu.....	14,9

Dans le liquide de B (pression ordinaire) :

	gr
Glucose..	3,3
Avant, il y avait.....	14,9
Glucose disparu.....	11,6 = alcool en vol. 7cc,46
Pour 100 de liquide fermenté, alcool en volume.....	2cc,1

VI. Dans deux ballons A et B :

	gr
Sucre.....	10 = sucre réduct. 10,52
Levûre fraîche.....	20
Eau.....	250cc

Température du bain-marie, 38°.

Après deux heures trente-cinq minutes de fermentation, dosé dans le liquide de A (air raréfié) :

Sucre réducteur.....	3gr,60
Avant, il y avait.....	10,52
Sucre disparu.....	6,92

Dans le liquide de B (pression ordinaire) :

Sucre réducteur.....	4gr,60
Avant, il y avait.....	10,52
Sucre disparu.....	5,92 = alcool en vol. 3cc,8

Dans 100cc du liquide fermenté :

Alcool en volume.....	1cc,5

VII. Dans deux flacons A et B :

Sucre.....	10gr = sucre réduct. 10gr,52
Levûre.....	12
Eau.....	300cc

Température du bain-marie, 39°.

Après deux heures de fermentation, dosé dans le liquide de A (air raréfié) :

Sucre réducteur.....	0gr,80
Avant, il y avait.....	10,52
Sucre disparu.....	9,72

Dans le liquide de B (pression ordinaire) :

Sucre réducteur.....	1gr,30
Avant, il y avait.....	10,52
Glucose disparu.....	9,22
Alcool en volume.....	5cc,9

Dans 100^{cc} du liquide fermenté :

Alcool en volume.....	1^{cc},9

Voici le résumé des observations; elles indiqueraient une faible atténuation dans l'action de la levûre pendant les fermentations opérées à la pression ordinaire, alors même que l'alcool acquis dans 100^{cc} de liquide ayant fermenté ne s'élèverait qu'à environ 2 pour 100.

I.....	0,6
II.....	1,1
III.....	2,9
IV.....	3,0
V.....	2,1
VI.....	1,5
VII.....	1,9
Moyenne.....	1,86

Il en serait autrement si dans la dissolution mise à fermenter il entrait des proportions de sucre plus élevées. L'alcool formé et accumulé dans le liquide pourrait alors être en proportions assez fortes non seulement pour diminuer, mais pour arrêter complètement l'action de la levûre. C'est ce que démontrera l'expérience que l'on va décrire.

70^{gr} de sucre candi, représentant 73^{gr},68 de sucre réducteur, furent dissous dans 240^{cc} d'eau; on ajouta 25^{gr} de levûre fraîche. Température du bain marie, 22°.

La fermentation, d'abord des plus vives, se calma bientôt. Au bout de vingt-quatre heures, il ne se dégageait plus que de rares bulles de gaz. Le second jour, la liqueur était éclaircie. Après la fermentation, on dosa dans les 240^{cc} de liquide fermenté :

	gr
Sucre réducteur.....	7,17
Avant, il y avait.....	73,68
Sucre disparu.....	66,51

Le sucre avait dû former environ 34^{gr} d'alcool répartis dans les 240^{cc} de liquide fermenté, soit en volume 42^{cc},82.

Pour 100^{cc} de ce liquide, alcool... 18^{cc}

Ainsi, à la dose de 18 pour 100 d'alcool en volume, la levûre cessa d'agir ou n'agit plus qu'avec une extrême lenteur.

Le produit obtenu dans cette circonstance n'était pas sans analogie avec celui résultant de la fermentation des vins sucrés très alcooliques.

Il y avait à constater directement, à mesurer en quelque sorte l'affaiblissement du pouvoir fermentescible de la levûre sur une matière sucrée mise dans de l'alcool à divers degrés.

I. Dans 100^{cc} d'alcool à 50°, 25°, 15° et 5°, on a introduit 1^{gr} de glucose pur, puis 4^{gr} de levûre fraîche. On a ensuite déterminé le glucose échappé à la fermentation, dans un cas après vingt-quatre heures, dans un autre après soixante heures, la température s'étant maintenue entre 21° et 22°.

	Après 24 heures. Glucose		Après 60 heures. Glucose	
	retrouvé.	disparu.	retrouvé.	disparu.
	gr	gr	gr	gr
Alcool à 50°.....	1,00	0,00	1,00	0,00
» à 25°.....	1,00	0,0	1,00	0,00
» à 15°.....	0,29	0,71	0,00	1,00
» à 5°.....	0,00	1,00	0,00	1,00

Dans l'alcool à 50° et à 25°, il n'y a pas eu fermentation, même après soixante heures.

Dans l'alcool à 15°, la levûre n'a agi qu'avec lenteur. En vingt-quatre heures, la quantité de glucose détruite n'a pas dépassé 0^{gr},71; la destruction complète a exigé soixante heures.

On a comparé, dans une seconde expérience, l'action de

la levûre d'un côté sur du glucose dissous dans l'alcool à 15° et de l'autre sur du glucose dissous dans l'eau. On a dosé la matière sucrée à trois heures d'intervalle, après avoir ajouté 1gr de levûre.

II. Proportion initiale de glucose dans 100cc de dissolution, 1gr; levûre, 1gr:

	Dans 100cc d'alcool à 15°.	Perte.	Dans 100cc d'eau.	Perte.
	gr	gr	gr	gr
9h du matin.....	1,00		1,00	
Midi.....	0,81	0,19	0,57	0,43
3h après midi....	0,74	0,26	0,03	0,97
6h du soir.....	0,72	0,28	0,00	1,00

En six heures le glucose avait disparu dans la solution aqueuse; il en restait encore 0gr,72 dans la solution alcoolique à 15°. Après neuf heures, dans la première expérience, on constata que le glucose contenu dans un alcool très faible marquant 5° à l'alcoolgrade avait disparu en moins de vingt-quatre heures de fermentation, ce qui n'impliquait nullement qu'une aussi minime quantité d'alcool n'entraverait pas l'action de la levûre. Pour s'en assurer, on a fait agir simultanément la même quantité de levûre, 1gr, sur du glucose dissous dans l'eau et sur du glucose en dissolution dans de l'alcool très faible, marquant 5° à l'alcoolgrade, la température étant de 22° à 23°.

III. A la température de 22° à 23°, on a dissous 1gr de glucose :

		Dans 100cc d'eau.		Dans 100cc d'alcool à 5°.	
		Glucose.	Perte.	Glucose.	Perte.
		gr	gr	gr	gr
A 9h	dosé.....	1,00		1,00	
11	....	0,56	0,44	0,61	0,39
1	....	0,44	0,56	0,50	0,50
3	....	0,20	0,80	0,27	0,73
5	....	0,08	0,92	0,10	0,90

Quantités de glucose trouvées aux mêmes heures:

	Dans la dissolution aqueuse.	Dans la dissolution alcoolique.	Différences.
h	gr	gr	gr
9.....	1,00	1,00	
11.....	0,56	0,61	0,05
1.....	0,44	0,50	0,06
3.....	0,20	0,27	0,07
5.....	0,08	0,10	0,02

On a employé dans ces expériences du glucose, et non pas du sucre interverti, parce que, d'après M. Dubrunfaut, l'action du ferment s'exerce d'abord sur le glucose, ensuite sur la lévulose; or, dans une recherche de cette nature, il convenait d'opérer sur une matière sucrée de constitution homogène.

On voit que la disparition du glucose a été plus prompte dans une dissolution aqueuse que dans une dissolution même faiblement alcoolisée.

Il ne saurait donc rester le moindre doute sur l'effet de l'alcool sur la levûre, signalé pour la première fois par M. Chevreul, effet qu'on atténue en s'opposant à l'accumulation de l'alcool dans un liquide au moyen de l'aspiration déterminant une distillation.

Cependant, en considérant la rapidité de la destruction de la matière sucrée en présence du ferment fonctionnant dans une atmosphère très raréfiée, on est fondé à croire que dans cette condition la dissociation du sucre en alcool et en acide carbonique est encore favorisée par la diminution de la pression, ainsi qu'il arrive pour quelques composés minéraux dont un des éléments peut prendre l'état gazeux. La fermentation sous l'influence du vide s'accomplit avec une telle vitesse, qu'il est vraisemblable qu'il sera avantageux de la pratiquer dans plusieurs circonstances.

Déjà nous avons vu que la fermentation rapide, en éliminant en peu de temps le sucre des vins spiritueux, rend possible le dosage de la glycérine et de l'acide succinique. En en faisant usage, on est parvenu à doser 10^{gr} à 15^{gr} de glycérine par litre de rancio de diverses provenances, dans lesquels la détermination de cette substance est absolument impossible en présence du sucre. Il y avait à examiner si, dans une fermentation rapide, le moût fournirait autant d'alcool que dans une fermentation normale. Il semblerait qu'il en est ainsi :

I. 30^{gr} de sucre candi = sucre réducteur	$31^{gr},58$
Levûre fraîche.....	60^{gr}
Eau.	640^{cc}

ont été placés dans un ballon chauffé au bain-marie à 37°. Lorsque la fermentation se manifesta, on établit la communication avec la machine pneumatique pour déterminer l'ébullition, qu'on maintint jusqu'à ce que le sucre eût disparu, ce qui eut lieu en quatre heures.

200^{cc} de liquide recueillis durant cette distillation, effectuée à 37°, marquaient 9° à l'alcool grade (température 15°). Alcool en poids, $14^{gr},29$. Le sucre mis à fermenter aurait dû en donner $16^{gr},14$. On aurait obtenu les $\frac{88}{100}$ de l'alcool théorique.

II. Dans une seconde expérience, le liquide, fermentant, fut maintenu en ébullition à la température de 39°. On obtint du sucre disparu $\frac{89}{100}$ de l'alcool théorique. La faiblesse de ces rendements n'a rien de surprenant, et l'on ne serait pas fondé à l'attribuer entièrement au procédé employé, quand on sait que dans une fermentation faite dans les conditions ordinaires le sucre ne fournit jamais l'alcool répondant à l'équation de Lavoisier. Suivant M. Pasteur, 6 pour 100 du sucre semblent échapper à l'action du ferment, c'est-à-dire qu'on n'obtient pas, dans les circonstances les plus favorables, au delà de $\frac{94}{100}$ de

l'alcool indiqué par la théorie. On ajoutera que dans un travail sur la fermentation des fruits, y compris le raisin, constamment la quantité d'alcool obtenue a été de beaucoup inférieure à celle qu'on pouvait attendre de la matière sucrée (1).

Enfin on remarquera que dans une fermentation rapide, pendant tout le temps de la distillation à basse pression, le liquide condensé est soumis à une aspiration devant nécessairement occasionner une perte en alcool, malgré le refroidissement du serpentin et du récipient. Au reste, il serait facile de trouver une disposition qui protégerait l'alcool contre l'action du vide, en même temps qu'un agent alcalin absorberait le gaz acide carbonique. L'alcool qu'on retirerait par cette distillation d'un moût dans le vide, et par conséquent à une basse température, n'entraînerait pas les produits odorants, peu volatils, qui en altèrent quelquefois la qualité.

Il restait à savoir si dans les produits de la fermentation alcoolique rapide on rencontrerait la glycérine et l'acide succinique. Cette constatation offrait d'autant plus d'intérêt que M. Pasteur, en faisant fermenter le sucre dans les conditions les plus variées, n'a jamais pu s'opposer à l'apparition de ces deux substances, que quelques personnes étaient portées à considérer comme des produits accessoires résultant d'une action ultérieure du ferment sur l'alcool. Or, dans les fermentations rapides exécutées à une pression assez faible pour que l'ébullition expulse du liquide l'alcool en même temps que l'acide carbonique au fur et à mesure qu'ils apparaissent, on ne saurait invoquer une telle origine.

Voici comment on a procédé : on faisait fermenter rapidement, à une très basse pression, la matière sucrée avec la levûre, et, parallèlement, on mettait dans un appareil

(1) Boussingault, *Agronomie*, t. V.

semblable la même quantité de levûre délayée dans le même volume d'eau. Dans les deux cas, l'ébullition avait lieu à la même pression, à la même température, pendant des temps égaux. On dosait ensuite la glycérine dans le liquide où le sucre avait été détruit par la fermentation et dans le liquide ayant uniquement reçu de la levûre.

En effet, M. Pasteur a vu que la levûre seule fournit de la glycérine, mais toujours en moindres quantités qu'alors qu'elle est mêlée au sucre, de sorte que, pour avoir le poids réel de la glycérine venant de la matière sucrée, il faut en retrancher celui qui est attribuable à la levûre ayant concouru à la fermentation. Voici le résultat des deux opérations:

I. Mis à fermenter:

Sucre	15^{gr}
Levûre	30^{gr}
Eau	300^{cc}

Liquide entretenu en ébullition à la température de 41°.

En deux heures, le sucre avait disparu.

On a retiré, après la fermentation : glycérine, $0^{gr},708$.

30^{gr} de la même levûre ont été délayés dans 300^{cc} d'eau entretenus en ébullition à la température de 41° pendant deux heures; on en a extrait :

	gr
Glycérine	0,335
Glycérine dosée dans le liquide sucré fermenté	0,708
Glycérine attribuable au sucre	0,373
Pour 100^{gr} de sucre, glycérine formée	2,5

II. Mis à fermenter:

Sucre	15^{gr}
Levûre	30^{gr}
Eau	300^{cc}

Entretenus en ébullition à la température de 40°. Le sucre a disparu en trois heures.

Retiré après fermentation :

	gr
Glycérine.....	0,63
Cendres laissées après combustion ..	0,01
Glycérine exempte de cendres.....	0,62

30gr de la même levûre, délayés dans 300cc d'eau. On a entretenu l'ébullition à la température de 40° pendant trois heures.

On a retiré du liquide :

	gr
Glycérine.....	0,21
Cendres restées après la combustion.	0,02
Glycérine exempte de cendres.....	0,19
Glycérine dosée dans le liquide après sucre fermenté.....	0,62
Glycérine attribuable au sucre.....	0,43

Ces quantités de glycérine pour 100 de sucre sont comprises dans celles adoptées par M. Pasteur : 2,5 à 3,6 pour 100 de sucre ayant fermenté sous l'influence de la levûre de bière.

L'ensemble de ces expériences conduit à la conclusion que la glycérine et l'acide succinique apparaissent durant la fermentation rapide excitée par l'élévation de température, l'intervention d'une forte dose de levûre et dans une atmosphère raréfiée. Dans de telles conditions, il y aurait sans doute à se demander s'il ne se formerait pas en plus forte proportion les divers produits qui accompagnent généralement l'alcool dans la fermentation normale, tels que l'alcool méthylique, l'aldéhyde, etc. ; mais cette question restait en dehors du programme qu'on s'était tracé, cette communication ayant principalement pour objet d'exposer

un moyen de faciliter l'analyse des vins riches en matières sucrées, en signalant en même temps ce fait curieux d'une fermentation accomplie dans un liquide maintenu en pleine ébullition sous une pression assez faible pour que la chaleur n'altère pas l'organisme du ferment, tout en étant suffisante pour en expulser l'alcool et l'acide carbonique aussitôt qu'ils sont constitués.

MÉMOIRE

SUR

L'INFLUENCE DES DÉFRICHEMENTS

DANS LA DIMINUTION DES COURS D'EAU.

C'est une question importante, généralement agitée, que celle de savoir si les travaux des hommes peuvent modifier le climat d'un pays. Les grands défrichements, les desséchements des marais, si influents sur la répartition de la chaleur à la surface du globe, influent-ils aussi sur les eaux vives qui arrosent une contrée, soit en atténuant la quantité de pluie, soit en permettant aux eaux pluviales une évaporation plus prompte, lorsque des forêts étendues ont été abattues et transformées en cultures ?

Dans de nombreuses localités, on a cru reconnaître que, depuis un certain nombre d'années, des cours d'eau utilisés comme moteurs se sont très sensiblement amoindris. Sur d'autres points, on est fondé à croire que les rivières sont devenues moins profondes, et l'étendue croissante des plages recouvertes de galets qui apparaissent sur leurs bords semble attester la disparition d'une partie de leurs eaux; enfin des sources abondantes se sont presque taries. Ces remarques ont principalement été recueillies dans les vallées dominées par des montagnes, et l'on croit avoir remarqué que cette diminution des eaux a suivi de près l'époque à laquelle on a com-

mencé à détruire sans aucun ménagement les bois répartis à la surface d'un pays.

Il semblerait en résulter que là où des déboisements ont eu lieu, il y pleut moins qu'autrefois : c'est en effet l'opinion qui prévaut, et, si on l'admettait sans un examen plus approfondi, on serait conduit à tirer tout d'abord cette conséquence que les défrichements diminuent la quantité annuelle de pluie qui tombe sur une contrée. Mais, en même temps que l'on a constaté les faits que je viens de rapporter, on a observé que, depuis le déboisement des montagnes, les rivières et les torrents semblent avoir perdu une partie de leurs eaux, et présentent des crues subites, extraordinaires, occasionnant souvent de grands désastres. De même on a vu, à la suite de violents orages, des sources à peu près sèches surgir tout à coup avec impétuosité, pour se tarir bientôt après (1). Ces dernières observations, on le conçoit facilement, doivent avertir de ne pas embrasser légèrement cette opinion que la coupe des bois diminue la quantité annuelle de pluie, car il n'y aurait rien d'impossible à ce que, non seulement cette quantité de pluie n'ait pas varié, mais il pourrait encore arriver que le volume des eaux courantes fût resté le même, malgré les apparences de sécheresse présentées à certaines époques de l'année par les rivières et les sources; peut-être y trouverait-on cette seule différence que l'écoulement de la même masse d'eau devient beaucoup plus irrégulière par l'effet du déboisement : par exemple, si les basses eaux du Rhône pendant une partie de l'année étaient compensées exactement par un nombre suffisant de grandes crues, il en résulterait qu'aujourd'hui ce fleuve porterait encore à la Méditerranée le même volume d'eau qu'il y versait anciennement, à une

(1) Observation communiquée par M. Larivière dans une séance de la société des Sciences naturelles.

époque antérieure aux déboisements qui ont eu lieu près de ses sources, et lorsque, probablement, sa profondeur moyenne n'était pas, comme de nos jours, sujette à des variations considérables. S'il en était ainsi, les forêts auraient toujours cet avantage qu'elles régulariseraient, qu'elles ménageraient en quelque sorte l'écoulement des eaux pluviales. Si réellement les cours d'eau sont moins volumineux à mesure que les défrichements prennent de l'extension, cela peut tenir à ce qu'en effet il tombe moins de pluie; ou bien à ce que l'évaporation est grandement favorisée par un sol privé d'arbres qui n'est plus abrité à la fois contre les rayons du Soleil et contre le vent. Ces deux deux causes, agissant dans le même sens, doivent souvent se combiner, et, avant de chercher à évaluer isolément ce qui appartient à l'une et à l'autre, il convient d'abord de constater s'il est bien établi que les eaux courantes diminuent à la surface d'une contrée où s'opèrent de grands défrichements; en un mot, il faut voir si l'on n'a pas pris l'apparence du fait pour la réalité. C'est là, au reste, le point utile à discuter, car, une fois établi que les déboisements atténuent le volume des cours d'eau, il est moins nécessaire de savoir si cette atténuation est due à l'une ou à l'autre cause. Il faut donc rechercher s'il n'y a pas dans la nature un ordre de phénomènes pouvant servir de critérium pour arriver à la solution de la question.

Les lacs, soit dans les plaines, soit dans les montagnes, me paraissent éminemment propres à éclairer la discussion. On peut, en effet, les considérer comme des jauges naturelles, destinées à évaluer, sur une échelle colossale, les changements qui peuvent survenir dans la quantité d'eau courante arrosant un pays. Si la masse de ces eaux éprouve une variation dans un sens quelconque, il est évident que cette variation et le sens dans lequel elle aura lieu sera indiquée par le niveau moyen du lac, par la raison qui fait que ce niveau varie, à différentes époques

de l'année, selon que la saison est sèche ou pluvieuse. Ainsi le niveau moyen d'un lac s'abaissera si la quantité annuelle d'eau courante coulant sur une contrée diminue; il s'élèvera, au contraire, si ces eaux vives deviennent plus abondantes; enfin ce niveau restera stationnaire si le volume d'eau allant au lac n'éprouve aucune variation. Dans la discussion qui va suivre, j'ai fait usage, de préférence, des observations relatives aux lacs n'ayant pas d'issues; la raison en est facile à saisir, puisqu'il s'agit de constater des changements de niveau souvent assez faibles. Je ne néglige pas cependant ce qui est relatif aux lacs laissant déborder leur trop-plein par un canal, parce que j'ai la conviction que leur étude peut encore conduire à des résultats assez précis. Avant d'entrer en matière, je dois donner quelques éclaircissements, afin de bien assigner la valeur que j'attache au mot *changement de niveau*.

Les géologues reconnaissent que partout à la surface du globe le niveau des eaux a éprouvé des variations, soit qu'on porte son attention sur les bords de la mer ou dans le voisinage des grands lacs. Le fait n'est révoqué en doute par personne. On n'est pas aussi généralement d'accord sur la réalité du phénomène : les uns, et c'est le plus grand nombre, prétendent que dans beaucoup de cas le changement de niveau n'est qu'apparent, que les masses d'eau ne se sont pas abaissées, mais que les côtes ont été soulevées; les autres, au contraire, voient une véritable disparition de la masse de liquide, un vrai dessèchement. De part et d'autre, on apporte des raisons en faveur de l'une ou de l'autre manière de voir : je n'ai pas à prendre part, pour le moment, à la discussion. Je n'aurai nullement à m'occuper des côtes baignées par l'Océan; je n'invoquerai pas davantage les grandes différences de niveau qui ont évidemment eu lieu dans certains lacs, à la suite de circonstances géologiques placées en

dehors de mon sujet; ces variations, souvent énormes, paraissent, en général, avoir été occasionnées par de violentes catastrophes, à très peu d'exceptions près, antérieures aux temps historiques. Je ne ferai usage que des changements de niveau observés dans les lacs par nos devanciers ou par les contemporains; en un mot, je n'attacherai de valeur qu'aux faits accomplis sous les yeux des hommes, puisque c'est l'influence de leurs travaux agricoles sur l'état météorologique de l'atmosphère que je me propose d'apprécier. Ce que j'ai à dire a été particulièrement observé en Amérique. Toutefois, je chercherai à établir que ce qui est vrai pour l'Amérique l'est encore pour tout autre continent.

Un des pays les plus intéressants de Venezuela est, sans aucun doute, la vallée d'Aragua, située à une petite distance de la côte, douée d'un climat chaud et d'un sol d'une fertilité sans exemple; elle réunit tous les genres de culture propres aux régions tropicales; sur les monticules qui s'élèvent du fond de la vallée, on ne voit pas sans étonnement des champs rappelant l'agriculture de l'Europe. Le blé réussit assez bien sur les hauteurs de la Vittoria. Bornée au nord par la chaîne du littoral, au sud par un système de montagnes la séparant des llanos, la vallée d'Aragua est limitée à l'est et à l'ouest par une série de collines qui la ferment complètement. Par cette singulière configuration du terrain, les rivières prenant naissance dans son intérieur n'ont aucune issue vers l'Océan. Leurs eaux s'accumulent dans la partie basse de la vallée et forment, par leur réunion, le beau lac de Tacarigua ou de Valencia. Ce lac, excèdant en étendue celui de Neuchâtel, est élevé de 439^{m} au-dessus de la mer; sa longueur est d'environ dix lieues; sa largeur moyenne ne dépasse pas deux lieues. A l'époque où M. de Humboldt visitait la vallée d'Aragua, les habitants étaient frappés du dessèchement graduel que subissait le lac depuis une trentaine d'années.

En effet, il suffisait de comparer les descriptions données par les anciens historiens avec son état actuel pour reconnaître, après avoir fait une large part pour les exagérations, que les eaux s'étaient considérablement abaissées. Les faits parlaient assez haut d'eux-mêmes.

Oviedo (1), qui, vers la fin du xve siècle, avait si souvent parcouru la vallée d'Aragua, dit positivement que Nueva Valencia fut fondée en 1555, à une demi-lieue du lac de Tacarigua; en 1800, M. de Humboldt reconnut que cette ville se trouvait éloignée du rivage de 2700 toises (2).

L'aspect du terrain apportait d'ailleurs de nouvelles preuves; des monticules épars dans la plaine conservent encore aujourd'hui le nom d'*îles,* qu'ils portaient autrefois à plus juste titre, lorsqu'ils étaient environnés d'eau. Les terres, mises à nu par le retrait du lac, étaient transformées en admirables cultures de cotonniers, de bananiers, de cannes à sucre. Des constructions élevées près du rivage voyaient les eaux s'éloigner d'année en année. En 1796, des îles nouvelles firent leur apparition. Un point militaire important, une forteresse bâtie en 1740, dans l'île de la Cabrera, se trouvait alors dans une péninsule (3). Enfin, dans deux îles de granit, celle de Cura et de Cabo-Blanco, de Humboldt rencontra, dans des broussailles, à quelques toises au-dessus du niveau des eaux, du sable fin, rempli d'hélicites (4). Des faits aussi clairs, aussi certains, n'avaient pu manquer de faire naître, chez les savants du pays, de nombreuses explications, ayant toutes cela de commun : une issue souterraine permettant aux eaux un libre écoulement (5) vers l'Océan. De

(1) Son *Historia de la provincia de Venezuela* a été publiée en 1723.
(2) Humboldt, t. V, p. 165.
(3) Humboldt, t. X, p. 148.
(4) Humboldt, t. V, p. 170.
(5) Humboldt, t. V, p. 171.

Humboldt fit justice de ces hypothèses, et, après un mûr examen des localités, le célèbre voyageur n'hésita pas à voir la cause de la diminution des eaux du lac de Tacarigua dans les nombreux défrichements accomplis depuis un demi-siècle dans la vallée d'Aragua. « En abattant les arbres qui couvrent la cime et le flanc des montagnes, a-t-il dit, les hommes, sous tous les climats, préparent aux générations futures deux calamités à la fois : un manque de combustible et une disette d'eau ([1]). »

Depuis Oviedo, qui, comme tous les chroniqueurs, a gardé un silence absolu sur une diminution du lac, la culture de l'indigo, de la canne, du coton, du cacao avaient pris de grands développements. La vallée d'Aragua présentait, en 1800, une population aussi dense qu'aucune des parties les mieux peuplées de la France. On était agréablement surpris de l'aisance qu'on rencontrait dans les nombreux villages habités par une population industrieuse. Tel était l'état prospère de ce beau pays quand de Humboldt habitait la hacienda de Cura.

Vingt-deux ans plus tard, j'explorais à mon tour la vallée d'Aragua. J'avais fixé ma résidence dans la petite ville de Maracay. Depuis plusieurs années, les habitants avaient fait la remarque que non seulement les eaux du lac avaient cessé de baisser, mais qu'elles avaient subi une hausse très sensible. Des terrains naguère occupés par des plantations de coton étaient submergés. Les îles de las Nuevas Aparecidas, sorties des eaux en 1796, étaient devenues de nouveau des hauts-fonds dangereux pour la navigation. La langue de terre de la Cabrera, au côté nord de la vallée, était tellement étroite, que la plus petite crue du lac l'inondait totalement. Un vent soutenu du nord-ouest suffisait pour couvrir d'eau la route de Maracay à Nueva Valencia.

([1]) Humboldt, t. V, p. 173.

Les craintes qui pendant si longtemps avaient inquiété les riverains étaient changées de nature; ce n'était plus le dessèchement complet du lac que l'on redoutait : on se demandait si les envahissements successifs de ses eaux continueraient encore longtemps à s'emparer des propriétés. Ceux qui avaient expliqué la diminution du lac en imaginant des canaux souterrains s'étaient empressés de les fermer, pour donner raison de l'exhaussement des eaux.

Dans les vingt-deux ans qui venaient de s'écouler, de graves événements politiques s'étaient réalisés. Venezuela n'appartenait plus à l'Espagne. La paisible vallée d'Aragua avait été le théâtre des luttes les plus sanglantes; la guerre à mort avait désolé ces riantes contrées, décimé ses populations. Au premier cri d'indépendance, un grand nombre d'esclaves trouvèrent leur liberté en servant sous les drapeaux de la nouvelle république. Les grandes cultures furent abandonnées, et la forêt, si envahissante sous les tropiques, eut bientôt repris une grande partie du terrain que les hommes lui avaient arraché par près d'un siècle de travaux constants et pénibles.

Lors de la prospérité croissante de la vallée d'Aragua, les principaux affluents du lac étaient détournés pour servir à de nombreuses irrigations; le lit des rivières se trouvait à sec pendant plus de six mois de l'année. A l'époque que je rappelle, leurs eaux, n'étant plus utilisées, coulaient librement.

Ainsi, pendant le développement de l'industrie agricole de la vallée d'Aragua, lorsque les défrichements se multiplient, quand les grandes cultures prennent de l'extension, le niveau du lac baisse graduellement; plus tard, durant une période de désastres, heureusement passagers, les défrichements s'arrêtent, les terres occupées par la grande culture sont en partie rendues à la forêt : alors les eaux cessent de baisser, et bientôt elles prennent un mouvement ascensionnel non équivoque.

Je porterai maintenant la discussion, sans toutefois sortir de l'Amérique, dans une région où le climat est analogue à celui de l'Europe; là, on peut parcourir des champs couverts de céréales : je veux parler des plateaux de la Nouvelle-Grenade, de ces hautes vallées, élevées de 2000^{m} à 3000^{m}, et dans lesquelles il règne, pendant toute l'année, une température de 14° à 16° C. Les lacs sont fréquents dans les Cordillères; il me serait facile d'en décrire un grand nombre, mais je me bornerai à citer ceux qui ont été le sujet d'anciennes observations.

Le village d'Ubaté est dans le voisinage de deux lacs, qui n'en formaient qu'un seul soixante ans avant mon passage dans la localité (1).

Les anciens habitants ont vu les eaux diminuer progressivement et les plages s'étendre d'année en année. Aujourd'hui des champs de blé, d'une fertilité extrême, couvrent un terrain autrefois complètement submergé (2).

Il suffit de parcourir les environs d'Ubaté, de consulter les plus vieux chasseurs du pays, de compulser les archives des paroisses, pour rester convaincu que de nombreuses forêts ont été abattues. Les défrichements continuent, et il est constant que la retraite des eaux, bien que beaucoup plus lente, n'a pas entièrement cessé.

Le lac de Fuquené, situé dans la même vallée, à l'est d'Ubaté, mérite toute notre attention. Par des mesures barométriques faites avec un soin extrême, j'ai trouvé qu'il a la même élévation que ceux d'Ubaté. Il y a près de deux siècles que ce lac fut visité par don Lucas Fernandes de Piedrahita, évêque de Panama, à qui l'on doit l'*Histoire de la conquête de la Nouvelle-Grenade;* cet auteur, dont j'ai eu plus d'une fois l'occasion de constater l'exactitude

(1) J'ai trouvé la hauteur de ces lacs de 2562^{m}.

(2) L'abaissement du niveau moyen d'un lac est d'autant plus facile à constater, qu'une baisse de 3 à 4 pouces met souvent à sec une très grande surface de terrain.

qu'il a mise dans l'évaluation des distances, donne au lac de Fuquené 10 lieues de longueur sur 3 lieues de largeur ([1]). Par une circonstance des plus heureuses, le Dr Roulin a eu, il y a quelques années, l'occasion de lever un plan de ce lac, auquel il a trouvé 1 lieue ½ de longueur sur 1 lieue de largeur.

On pourrait craindre que les dimensions adoptées par Piedrahita ne soient exagérées. Je ne le crois pas, et, en m'appuyant d'un côté sur mes nivellements barométriques, de l'autre sur le silence qu'ont gardé les chroniqueurs à l'égard des lacs d'Ubaté, silence d'autant plus remarquable qu'ils ont cité des amas d'eau beaucoup moins considérables, j'incline à croire qu'à l'époque où l'évêque de Panama visitait ce pays il n'y avait qu'un seul grand lac, continuant sans interruption depuis Ubaté jusqu'à Fuquené. Dans cette supposition, l'évaluation de Piedrahita n'a plus rien d'exagéré. Au reste, le fait de la retraite des eaux est plus important que l'évaluation de la surface du terrain laissé à sec : les habitants de Fuquené savent que le village fut bâti très près du lac; aujourd'hui il se trouve à environ 1 lieue. Anciennement, on se procurait aisément à Fuquené les bois de construction ; les montagnes dominant de part et d'autre de la vallée étaient couvertes, jusqu'à une certaine hauteur, d'arbres propres à ces régions froides : le chêne de la Cordillère (*encino*) y abondait; ainsi que de nombreux lauriers (*myrica*), dont on tirait de la cire. Maintenant, ces montagnes sont presque totalement déboisées : c'est principalement l'exploitation des sources salées de Taosa et d'Enemocon qui a été la cause de la destruction rapide des bois dans les environs d'Ubaté et de Fuquené. A tous ces faits authentiques, et que je pourrais au besoin multiplier, on peut répondre que la disparition des eaux, tout incontestable qu'elle soit, aurait peut-être

---

([1]) Piedrahita, *Historia de la conquista de la Nueva Granada*, p. 5.

eu lieu sans le déboisement. On peut soutenir à la rigueur que le dessèchement est dû à une tout autre cause, à nous inconnue, et qu'il faut la ranger parmi les nombreux phénomènes dont nous constatons la réalité, sans qu'il nous soit donné de les expliquer.

Je n'ai pas à citer ici, comme pour le lac de Valencia, une recrudescence occasionnée par l'abandon de la culture et l'apparition de nouveaux bois. Je pourrais cependant invoquer en faveur de l'opinion que je défends la lenteur du dessèchement dans la vallée de Fuquené depuis que l'abatage des arbres a presque totalement cessé. Les cultivateurs, ne voyant plus se former aussi rapidement qu'autrefois ces terrains fertiles émergés du lac, pensent déjà au moyen d'obtenir directement ce qu'ils obtenaient par l'effet du déboisement du pays. C'est dans ce but qu'en 1826 des spéculateurs avisaient au moyen propre à dessécher entièrement le fond de la vallée, en ouvrant une issue aux eaux. Je vais montrer maintenant que des lacs placés dans une situation telle que jamais aucun déboisement n'a eu lieu dans leurs alentours n'ont éprouvé aucun changement de niveau.

Je commencerai par le lac de Tota, parce qu'il n'est pas très éloigné de Fuquené, qu'il se trouve d'ailleurs dans des circonstances géologiques semblables, et qu'il est en même temps le lac le plus curieux qu'on puisse rencontrer dans toute la Nouvelle-Grenade.

Le lac Tota est sur un point très élevé de la Cordillère de Sogamoso; son élévation doit approcher de 4000^{m}. A cette hauteur, la végétation disparaît presque entièrement. On aperçoit çà et là, dispersées sur la roche de grès, quelques-unes des plantes qui caractérisent la région des Paramos : des Saxifrages, des Frelejones enduits d'un épais duvet, et les Graminées, semblables à de la paille sèche, qui ont fait donner aux savanes le nom de *pajonales*.

Le lac est à peu près circulaire, et Piedrahita, qui le

visita en 1652, lui donne 2 lieues de diamètre; ses eaux, quand elles sont soulevées par les vents, forment des vagues qui rendent la navigation dangereuse. Une tradition bien antérieure à la découverte de l'Amérique fait résider dans le lac un monstre marin; c'est lui qui agite ses eaux et les verse sur le chemin tracé sur le rivage.

Des personnes dignes de foi m'ont assuré avoir vu à la surface du lac, non un monstre, comme l'affirment les Indiens, mais bien une masse d'eau s'élever subitement et communiquer en retombant une agitation telle à la masse liquide, que les vagues viennent inonder la route. Tout le monde reconnaîtra à cette description un phénomène analogue aux seiches du lac de Genève. Les Indiens ont la prétention de pouvoir prédire, par l'aspect de l'atmosphère, l'agitation des eaux, ou, comme ils le disent, si le lac doit se fâcher; il est alors prudent de ne pas se mettre en route. En 1652, le chemin passait, comme il passe encore aujourd'hui, tout au bord du lac, et les seiches, qui se succédaient alors avec autant de fréquence qu'à présent, rendaient le trajet tout aussi dangereux, la route se trouvant comprise entre le lac et un mur de rochers élevés. Les eaux baignent les mêmes roches, et leur niveau n'a pas éprouvé plus de changement que la contrée déserte et stérile qui les environne.

Peut-être trouvera-t-on que je ne devais pas faire entrer comme élément de la discussion la description d'un lac placé à la dernière limite de la vie végétale.

Dans la crainte que l'exemple que j'ai cru devoir choisir, parce qu'il me paraissait frappant, doive être repoussé précisément parce qu'il est pris au milieu d'une contrée rocheuse et pour ainsi dire dénuée de végétation, je me vois forcé de décrire de nouveaux lacs, moins élevés que celui de Tota, et dont les eaux sont restées stationnaires depuis des siècles, bien qu'ils soient au centre d'un pays riche par son agriculture, mais dont l'aspect n'a pas été

modifié depuis les temps historiques; c'est près de l'équateur, dans la province de Quito, que je les ai étudiés.

En laissant Ibarra pour se rendre à Quito, on traverse une vallée charmante, dans laquelle se rencontre le lac de San-Pablo; les Indiens lui conservent son ancien nom de Chilcapan; j'ai trouvé qu'il est élevé de 2763^{m} au-dessus de l'Océan. La température correspondante à cette hauteur ne permet plus la culture du blé ni celle du maïs; mais on aperçoit de nombreux champs d'orge, d'avoine et de pommes de terre. Tout le fond du pays consiste en beaux pâturages; les collines sont couvertes de moutons que l'on élève pour l'exploitation des laines qui alimentent les fabriques de draps de la province. Les villages voisins du lac existaient bien avant la conquête. La masse de la population est encore purement indienne; elle a conservé ses usages, son idiome; les choses paraissent se trouver dans l'état où elles étaient sous l'empire des Incas. La seule différence essentielle qu'il soit peut-être possible de signaler, c'est le pacage des moutons, qui a remplacé celui des lamas; toutefois, ces derniers animaux sont encore assez communs : on rencontre fréquemment des troupeaux de lamas, chargés de marchandises, conduits par un Indien.

Un fait admis par tout le monde, c'est que le plateau de San-Pablo n'est plus boisé depuis un temps immémorial. Déjà sous les Incas, c'était une terre de pacage. Des bergeries établies depuis plus d'un siècle au bord du lac n'ont pas vu le rivage s'éloigner, et la route suivie par Huayna-Capac quand il partit de Quito pour aller faire la conquête d'Otavalu fixe encore aujourd'hui la limite des eaux.

La Cordillère qui sépare la vallée de San-Pablo des côtes de la mer du Sud est couverte, sur la pente orientale, de forêts presque impénétrables. J'indique cette circonstance parce que j'ai la conviction qu'un grand déboisement qui aurait lieu au-dessous d'un lac alpin, même

à une assez grande distance, influerait encore sur le niveau des eaux.

Je pourrais citer, sans m'éloigner beaucoup de la localité que je viens de faire connaître, le singulier lac de Cuicocha, sur un sol trachytique, dans lequel deux îles, examinées avec beaucoup de soin par le colonel Hall, attestent la stabilité et la constance de son niveau. L'étude du lac de Yaguar-Cocha, ou le *lac de sang,* nommé ainsi depuis que Huayna-Capac rougit ses eaux avec le sang de trente mille Indiens Cañares qu'il y fit égorger, nous conduirait à un résultat semblable. Ces deux lacs n'ont aucune issue; et si j'ai choisi de préférence celui de Chilcapan, c'est précisément parce qu'il a une ouverture naturelle au nord, par laquelle sort le rio Blanco. J'ai voulu montrer que, ainsi que je l'ai dit en commençant, les observations faites sur des lacs ouverts n'étaient pas à rejeter. L'effet que doit tendre à produire un cours d'eau sortant d'un lac est de creuser, d'approfondir le point d'écoulement, et par suite de déterminer l'abaissement des eaux. J'ai fait voir que, malgré cette circonstance, les eaux du Chilcapan n'ont pas baissé sensiblement. En examinant avec attention la roche de trachyte là où le rio Blanco prend naissance, je n'ai rien reconnu indiquant une action érosive du cours d'eau. Dans les nombreuses cascades que j'ai été à même d'examiner, je crois avoir reconnu qu'en effet une masse d'eau pouvait, en tombant, creuser profondément les pierres les plus dures; mais je n'ai pas observé que l'action de l'eau soit bien marquée lorsqu'elle coule sur une roche, à moins que le cours d'eau n'entraîne, comme c'est généralement le cas pour les torrents, des cailloux dont le frottement continuel parvient à user la surface de la roche sur laquelle ils glissent.

Je terminerai ce que j'ai à dire sur les lacs de l'Amérique méridionale en parlant de celui de Quilatoa déjà situé dans l'autre hémisphère, parce qu'il a été exactement

observé, à deux époques suffisamment distantes, en 1738 et en 1831.

Quand on séjourne à Latacunga, ville située à peu de distance de Cotopaxi, on entend souvent parler des merveilles de la laguna de Quilatoa. De temps à autre, ce lac jette des flammes embrasant les arbustes qui croissent sur ses bords; il produit de fréquentes détonations dont le bruit s'entend à une très grande distance. Il n'en fallait pas davantage pour déterminer La Condamine, qui en septembre 1738 était à Latacunga, à entreprendre une excursion au lac de Quilatoa. Il reconnut à ce lac 200 toises de diamètre, car il est tout à fait circulaire; il s'en fallait de 20 toises environ que l'eau n'atteignît le point le plus élevé de ses bords escarpés.

Le 28 novembre 1831, je me trouvais aussi près du lac de Quilatoa. On ne saurait mieux le comparer qu'à un cratère dont le fond est rempli d'eau. J'ai trouvé son altitude de 3918^{m}, c'est dire qu'il appartient à la région froide; en effet, il est entouré de pâturages étendus; 500^{m} plus bas se trouve la bergerie de Piliputzin; à l'est, la Cordillère, vers la côte, est couverte de forêts inexplorées. Les renseignements que me donnèrent les bergers firent disparaître tout le merveilleux attribué au lac: jamais ils n'avaient vu de flammes sortir des eaux; jamais ils n'avaient entendu de détonations. Le résultat de mon excursion au lac de Quilatoa fut de constater que rien n'était changé depuis La Condaminé; on assistait à la même scène à un siècle de distance : des moutons, et un berger causant avec un homme de science au bord d'un lac dont l'eau était parfaitement calme.

L'étude des lacs d'Asie conduirait probablement à un résultat conforme à celui déduit des observations faites dans l'Amérique méridionale, savoir que les eaux arrosant une contrée diminuent à mesure que les déboisements se multiplient, que la culture prend de l'extension. Les tra-

vaux récents de Humboldt, en jetant un jour si nouveau sur cette partie du globe, semblent ne laisser que peu de doute à cet égard. Après avoir fait voir que le système de l'Altai va s'éteindre par une suite de coteaux dans les steppes de Kirghiz, et que, par conséquent, la chaîne de l'Oural ne se lie pas à l'Altai, ainsi qu'on le croyait généralement, ce célèbre géographe montre que précisément là où l'on avait coutume de placer les monts Alghiniques commence une région remarquable de lacs qui se continue dans les plaines traversées par les rivières d'Ichim, d'Omsk et d'Ob (1). On dirait que ces lacs nombreux sont le résidu de l'évaporation d'une grande masse d'eau ayant couvert jadis tout le pays et qui aurait été fractionnée en autant de lacs particuliers par suite de la configuration du sol. En traversant la steppe de Baraba pour se rendre de Tobolsk à Baruaoul, de Humboldt a vu que partout le dessèchement augmente rapidement par l'effet de la culture.

L'Europe possède aussi ses lacs, et il reste à les examiner sous le point de vue qui nous occupe. J'ai parcouru trop rapidement la Suisse pour que mon attention ait pu être suffisamment dirigée sur les lacs de cette intéressante contrée. Heureusement, un observateur illustre nous a laissé des documents précieux apportant de nouvelles preuves de l'influence de la culture sur la diminution des eaux.

De Saussure, dans ses premières recherches sur la température des lacs de la Suisse, examina ceux qui sont placés au pied de la première ligne du Jura.

Le lac de Neuchâtel a 8 lieues de longueur; sa plus grande largeur ne dépasse pas 2 lieues. De Saussure fut frappé, en le visitant, de l'étendue que ce lac devait avoir autrefois, car, dit-il, les grandes prairies horizontales et

(1) Humboldt, *Fragments asiatiques*, t. I, p. 40-50.

marécageuses qui le terminent au sud-ouest ont été indubitablement couvertes d'eau.

Le lac de Bienne a 3 lieues de longueur sur 1 de largeur; il est séparé de celui de Neuchâtel par une suite de plaines qui furent vraisemblablement inondées.

Le lac Morat est aussi séparé du lac de Neuchâtel par des marais horizontaux, qui, à n'en pas douter, étaient autrefois submergés. Alors, ajoute de Saussure, les trois grands lacs de Neuchâtel, de Bienne et Morat étaient réunis dans un seul bassin (1).

En Suisse, comme en Amérique, comme en Asie, les anciens lacs, qu'on pourrait appeler les *lacs primitifs*, ceux qui occupaient le fond des vallées lorsque le pays était inculte et sauvage, se sont divisés, par l'effet du dessèchement, en un certain nombre de lacs indépendants.

Je terminerai la tâche que je me suis imposée en utilisant, dans l'intérêt de la discussion, les observations de de Saussure sur le lac de Genève, le point de départ des grands travaux de ce physicien célèbre : personne ne l'a mieux étudié.

De Saussure admet qu'à une époque bien antérieure aux temps historiques les montagnes dominant le lac étaient ensevelies sous les eaux; une catastrophe occasionna une débâcle, et bientôt le courant n'occupa plus que le bas de la vallée : le lac de Genève fut formé.

En étudiant les monuments construits, on ne saurait douter que depuis douze à treize cents ans les eaux du lac de Genève ne se soient graduellement retirées. C'est évidemment sur les plages qu'elles ont abandonnées que le quartier de Rive et les rues basses ont été bâtis (2). Cet abaissement de la surface du niveau du lac, poursuit de Saussure, n'est pas seulement l'effet du creusement du canal

---

(1) De Saussure, *Voyage dans les Alpes*, t. II, chap. XVI.
(2) De Saussure, *Voyages*, t. I, chap. VI.

de décharge : il a été produit aussi par une diminution dans la quantité des eaux affluentes.

La conséquence qu'il est permis de tirer de ces observations, c'est que depuis douze à treize cents ans les eaux courantes ont diminué graduellement dans les contrées voisines du lac de Genève. On ne contestera pas, je pense, que durant cette longue période il n'y ait eu en Suisse d'importants défrichements et un progrès croissant dans la culture de ce beau pays.

Par l'examen des niveaux des lacs, nous sommes arrivés à cette conclusion que, dans les contrées où se sont opérés des défrichements, il y a eu très probablement diminution dans les eaux vives à la surface du terrain, tandis que là où il ne s'est effectué aucun changement l'eau ne paraît pas avoir subi de variation.

Les forêts auraient donc pour effet d'abord de conserver les eaux destinées aux usines et aux canaux, et ensuite de s'opposer à ce que les eaux pluviales se réunissent et s'écoulent avec une trop grande rapidité.

Qu'un sol couvert d'arbres soit moins propre à l'évaporation qu'un terrain déboisé, c'est ce qu'on admettra sans discussion; mais, pour bien observer les différences de ces deux conditions, il faut voyager sur une route traversant successivement un pays découvert et un pays boisé, quelque temps après une saison pluvieuse. On remarque alors que les parties de la route ouverte dans la forêt sont encore couvertes de boue, lorsque déjà celles qui sont tracées sur le terrain découvert sont entièrement sèches.

C'est surtout dans l'Amérique méridionale que la difficulté de l'évaporation sur un sol ombragé par des forêts épaisses est plus tranchée. Dans les forêts, l'humidité est constante, même longtemps après la saison des pluies; les sentiers, pendant toute l'année, sont de véritables bourbiers; l'unique moyen de dessécher ces routes forestières

est de leur donner une largeur de 80^{m} à 100^{m}, ce qui revient à dire qu'il faut exécuter un défrichement.

Une fois admis que les eaux courantes diminuent par l'effet du déboisement, il convient d'examiner si cette diminution provient d'une moindre quantité de pluie ou d'une plus grande évaporation, ou bien encore si elle est due aux irrigations.

J'ai posé en principe, dans le commencement de ce Mémoire, qu'il devait être à peu près impossible de faire nettement la part de ces différentes causes. J'essayerai toutefois, en terminant, de les apprécier d'une manière générale. La discussion gagnera déjà quelque chose si l'on prouve qu'il peut y avoir diminution d'eaux courantes par l'effet seul du défrichement.

Pour ce qui est relatif à l'irrigation, il faut nécessairement distinguer entre le cas où une grande culture est substituée à la forêt et celui où un terrain aride, non boisé, est rendu cultivable par l'industrie de l'homme. Dans le premier cas, il est assez probable que l'irrigation ne contribue que pour fort peu de chose dans l'altération de la masse d'eaux courantes, car on peut bien admettre que la quantité d'eau consommée pour le compte de la végétation d'une surface donnée de forêt doit égaler, sinon surpasser, celle qui sera absorbée par une surface égale, livrée à la culture après le déboisement. Alors, l'influence exercée par ce terrain cultivé rentre dans la condition d'un sol défriché, agissant uniquement en favorisant l'évaporation des eaux pluviales. Dans le second cas, c'est-à-dire dans celui où une grande étendue de pays inculte aura été couverte de culture, il y aura évidemment consommation d'eau par la végétation qu'on y aura favorisée; l'introduction de l'industrie agricole tendra donc à diminuer les cours d'eau qui sillonnent ce pays. C'est très probablement à une circonstance semblable qu'il faut attribuer le dessèchement graduel des lacs qui jaugent une

grande partie des eaux vives du nord de l'Asie. Il est à peu près inutile d'ajouter que, dans une circonstance de ce genre, l'effet dû seulement à l'évaporation des eaux pluviales n'est pas augmenté ; cet effet doit plutôt être moindre, car, sur un sol couvert de plantes, l'eau s'évapore plus difficilement que sur un sol dénué de végétation.

Dans les considérations présentées sur les lacs de Venezuela, de la Nouvelle-Grenade et de la Suisse, on peut attribuer directement la disparition d'une partie des eaux courantes tributaires de ces lacs à une moindre quantité de pluie ; mais on peut soutenir avec tout autant de raison qu'elle est simplement la conséquence d'une évaporation plus rapide des eaux pluviales. Il est effectivement des circonstances sous l'influence desquelles la diminution des eaux vives est occasionnée par une évaporation plus active. J'ai entendu citer à ce sujet un bon nombre d'exemples ; mais, dans une discussion de ce genre, c'est moins des faits nombreux que des faits bien avérés qu'il convient d'adopter. Pour ce motif, je me bornerai à rapporter deux observations : l'une est due à M. Desbassyns de Richemond, qui l'a recueillie à l'île de l'Ascension ; l'autre est au nombre des observations que j'ai enregistrées pendant un séjour aux mines d'or de Marmato.

Dans l'île de l'Ascension, on a vu une belle source, placée au bas d'une montagne primitivement boisée, perdre son abondance et se tarir lorsqu'on eut coupé les arbres qui couvraient la montagne. On attribua la perte de la source au déboisement. On boisa de nouveau, et, quelques années après, la source reparut peu à peu et coula bientôt avec son ancienne abondance.

La montagne métallifère de Marmato est dans la province de Popayan, au milieu de forêts immenses. Le cours d'eau sur lequel les bocards sont établis est formé par la réunion de plusieurs petits ruisseaux prenant

naissance sur le plateau de San-Jorge : c'est un espace extrêmement boisé situé au-dessus des usines.

En 1826, lorsque je visitais ces mines pour la première fois, Marmato consistait en quelques misérables cabanes habitées par des nègres esclaves. En 1830, époque à laquelle je quittai cette localité, Marmato présentait l'aspect le plus animé; on y voyait de grands ateliers, une fonderie d'or, des machines pour diviser et amalgamer le minerai. Une population libre de près de trois mille habitants se trouvait échelonnée sur la pente de la montagne : c'est dire que de copieuses coupes de bois avaient été faites, tant pour la construction des machines et des habitations que pour la fabrication du charbon. Pour la facilité du transport, les coupes avaient eu lieu sur le plateau de San-Jorge. Le défrichement durait à peine depuis deux ans que déjà l'on s'aperçut que le volume d'eau dont on dispose pour les machines avait diminué notablement. Le volume d'eau était mesuré (1) par le travail des machines. La question était grave, car à Marmato une diminution dans la quantité d'eaux motrices est toujours suivie d'une diminution dans le produit en or.

A Marmato, à l'île de l'Ascension, il n'est nullement probable qu'un défrichement local et aussi limité ait pu influer assez sur l'état météorologique de l'atmosphère pour faire varier la quantité annuelle de pluie tombant sur la contrée. Il y a plus : à Marmato, aussitôt qu'on eut constaté la diminution des eaux, on s'empressa d'établir un pluviomètre (2). Dans le cours de la deuxième année d'observation, on mesura une quantité de pluie plus forte que celle recueillie pendant la première année, bien que les défrichements aient continué, et sans qu'on ait re-

(1) Un jaugeage exact fait à différentes époques a prouvé une diminution réelle des eaux motrices.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXI, p. 167.

marqué une augmentation appréciable dans les eaux motrices (1).

Il est donc vraisemblable que des déboisements locaux, très peu étendus, peuvent atténuer et même faire disparaître des sources et des ruisseaux, sans que cet effet puisse être attribué à une moindre quantité de pluie.

Il reste à examiner si les grands défrichements, tels que ceux embrassant un pays étendu, peuvent rendre les pluies moins abondantes. Les observations udométriques conduiront seules à résoudre la question. Malheureusement, les observations qu'il est permis de discuter sont trop peu anciennes, et en Europe elles ont été généralement commencées lorsque les grands déboisements étaient déjà effectués. Les États-Unis d'Amérique, où les forêts disparaissent avec une inconcevable rapidité, nous présenteront peut-être, dans un temps peu éloigné, une série précieuse de faits.

En étudiant, sous les tropiques, le phénomène de la pluie, je suis arrivé à me former sur la question du déboisement une opinion que j'ai déjà fait partager à plusieurs observateurs. Pour moi, il est constant qu'un défrichement étendu diminue la quantité annuelle de pluie qui tombe sur une contrée.

On a dit depuis longtemps que, dans les régions équinoxiales, l'époque de la saison pluvieuse revient chaque année avec une étonnante régularité : cela est exact; seulement, ce fait météorologique ne doit pas être énoncé d'une manière trop générale.

La régularité dans l'alternance des saisons sèches et pluvieuses est la plus grande possible dans les contrées qui

---

(1) Deux années d'observations udométriques sont suffisantes, même entre les tropiques, pour accuser une variation dans la quantité annuelle de pluie; mais les observations de Marmato établissent que la masse d'eau courante a diminué, bien que la quantité de pluie ait été plus forte la deuxième année.

possèdent un territoire extrêmement varié. Ainsi, un pays offrant à la fois des forêts et des rivières, des montagnes et de grandes plaines, des lacs, des plateaux étendus, présente en effet des saisons périodiques parfaitement tranchées ([1]).

Il n'en est plus de même si le territoire est plus uniforme, s'il devient en quelque sorte spécial. L'époque du retour des pluies sera beaucoup moins régulière si les terrains découverts, arides, dominent, si des cultures d'une grande extension remplacent en partie les forêts, si les rivières sont moins communes, les lacs plus rares. On peut citer les provinces du Socorro, de Sogamoso, de Cumana, de Coro, de Cuenca vers Piura. Les pluies seront alors moins abondantes, et dans de semblable pays on éprouvera de temps à autre des sécheresses d'une longue durée.

Si, au contraire, des forêts épaisses recouvrent en presque totalité le territoire, si les rivières sont multipliées, les cultures limitées, l'irrégularité dans les saisons aura encore lieu, mais alors dans un sens différent. Les pluies domineront, et dans certaines années elles deviendront pour ainsi dire continuelles, comme au Choco et dans les forêts de l'Orénoque.

Le continent américain nous offre, sur un développement immense, deux régions placées sous les mêmes conditions de température, et dans lesquelles on rencontre successivement les circonstances les plus favorables à la formation de la pluie et celles qui lui sont entièrement opposées.

A partir de Panama, et en se dirigeant vers le sud, on trouve la baie de Cupica, les provinces de San-Buenaven-

---

([1]) Venezuela, les llanos, plateaux de la Nouvelle-Grenade, de Quito, plaines de la Magdalena, province d'Antioquia, provinces de Guayaquil, de Cartagena.

tura, du Choco et d'Esmeraldas; dans ce pays couvert de forêts épaisses et sillonnées par une multitude de rivières, les pluies sont presque continuelles. Dans l'intérieur du Choco, il ne se passe pas un jour sans pleuvoir. Au delà de Tumbez, vers Payta, commence un ordre de choses entièrement différent : les forêts ont disparu; le sol est sablonneux, la culture à peu près nulle. Ici, la pluie est pour ainsi dire inconnue; lorsque je me trouvais à Payta, il y avait, au dire des habitants, dix-sept ans qu'il n'avait plu.

Ce manque de pluie est commun dans tout le pays qui avoisine le désert de Sechura et s'étend jusqu'à Lima : dans ces contrées, les pluies y sont aussi rares que les arbres.

Ainsi, dans le Choco, dont le sol est couvert de forêts, il y pleut toujours; sur la côte du Pérou, dont le terrain est sablonneux, dénué d'arbres, privé de verdure, il n'y pleut jamais : et cela, comme je l'ai dit, sous un climat ayant la même température, et dont le relief et la distance aux montagnes sont à peu près les mêmes. Piura n'est pas plus éloigné des Andes de l'Assuay que ne le sont les plaines humides du Choco de la Cordillère occidentale.

Les faits que j'ai exposés dans ce Mémoire semblent établir :

1° Que les grands défrichements diminuent la quantité des eaux vives qui coulent à la surface du pays;

2° Qu'il est impossible de dire si cette diminution est due à une moindre quantité annuelle de pluie, à une plus grande évaporation des eaux pluviales, ou à ces deux effets combinés;

3° Que la quantité d'eaux vives ne paraît pas avoir varié dans les contrées qui n'ont subi aucun changement dus à la culture;

4° Qu'indépendamment de la conservation des eaux vives les forêts ménagent et régularisent leur écoulement;

5° Que la culture établie dans un pays aride et non couvert de forêts dissipe une partie des eaux courantes;

6° Que par des déboisements purement locaux des sources peuvent disparaître, sans qu'on soit en droit de conclure que la quantité annuelle de pluie ait diminué;

7° Qu'en se fondant sur des faits météorologiques recueillis dans les régions équinoxiales on doit présumer que les grands défrichements diminuent la quantité annuelle de pluie qui tombe sur une contrée.

SUR

LA DISSOCIATION DE L'ACIDE DES NITRATES

PENDANT

LA VÉGÉTATION ACCOMPLIE DANS L'OBSCURITÉ.

Dans la végétation à l'obscurité, on a reconnu que la plante étiolée pèse moins que la graine dont elle est issue; la balance accuse, en effet, une élimination persistante de matière, bien qu'il y ait organisation, développement de tiges, de racines, d'appendices de feuilles et aussi modification, transformation dans la nature des principes immédiats entrant dans la constitution de la semence. Le tissu des organes développés à l'abri de la lumière est ferme et fortement imprégné d'un liquide à réaction sensiblement acide. Les cotylédons sont donc pourvus des principes nécessaires à la vie de l'embryon; toutefois, la végétation nocturne a ce caractère d'être impuissante à fixer le carbone de l'acide carbonique de l'atmosphère. Il restait à rechercher si cette impuissance s'étendait aux substances fertilisantes que, dans les conditions ordinaires, les racines puisent dans le sol, si, par exemple, il y a pénétration dans la plante des composés azotés, tels que les nitrates, les sels à base d'ammoniaque. Cette question n'ayant pas été abordée dans mes précédentes études, j'ai cru devoir entreprendre quelques recherches, consistant à introduire du salpêtre dans le sol stérile où l'on déposait la semence, pour voir si, comme dans la végétation normale, c'est-à-dire à la lumière, ces sels disparaissent. On a d'abord constaté ce fait assez inattendu

que le nitrate disparaît en partie, c'est-à-dire qu'en ajoutant à un sol stérile une quantité déterminée de ces sels on ne la retrouve plus en totalité dans la récolte. J'ai exécuté ces recherches à deux époques. Les résultats auxquels j'étais arrivé d'abord ne me satisfaisant pas, j'ai cru devoir les vérifier et les compléter.

Je me bornerai, dans ce qui va suivre, à présenter les observations sans entrer dans les détails minutieux des procédés de dosage, déjà décrits dans d'autres Mémoires.

I. *Végétation des haricots à l'obscurité sous l'influence du nitrate de potasse.* — Dix haricots, pesant $10^{gr},553$, ont été plantés le 2 juin dans des fragments de pierre ponce préalablement lavés et calcinés. La ponce fut humectée avec 100^{cc} d'eau distillée exempte d'ammoniaque, tenant en dissolution $0^{gr},200$ de nitrate de potasse.

Le 5 juin, toutes les graines avaient germé dans la chambre noire.

Le 11 juin, on versa sur la ponce 50^{cc} d'eau tenant $0^{gr},100$ de nitrate.

Le 26 juin, on enleva la récolte.

A partir du collet des racines, les tiges avaient $0^{m},75$ de hauteur, et en diamètre $0^{m},006$; elles étaient blanches, tubulaires, gorgées d'un liquide à réaction acide. Les folioles, d'un jaune pâle, étaient fixées à des pétioles de $0^{m},1$ de longueur.

Les racines mesuraient $0^{m},30$ à $0^{m},40$; on n'y apercevait pas de moisissures.

	gr
Les tiges, les folioles, les cotylédons, encore adhérents, pesaient.....	67,50
Les racines.....	26,00
Poids des plants sortant de la chambre noire.	93,50

Dosage de l'ammoniaque dans les plants. — On fit deux opérations successives, en opérant chaque fois sur la moitié de la récolte, que l'on traitait par la magnésie pure au bain-marie, à une température ne dépassant pas 100°.

	Ammoniaque.
	gr
La première moitié a donné.....	0,0051
La seconde moitié »	0,0047
	0,0098

Les graines renferment généralement de faibles quantités d'ammoniaque. Un dosage fait sur des semences de même origine indiqua que dans les 10gr,553 de haricots il entrait :

	gr
Ammoniaque.....	0,0034
» trouvée dans la récolte.....	0,0098
Ammoniaque apparue pendant la végétation à l'obscurité.....	0,0064

Dosage du nitrate de potasse dans le sol et dans la récolte. — Après le traitement par la magnésie pour retirer l'ammoniaque, on détermina les quantités d'acide nitrique restées dans le sol ou absorbées par les plantes :

	gr
Trouvé dans la récolte, en acide nitrique, l'équivalent de nitrate de potasse.....	0,1388
Dans le sol.....	0,0248
Nitrate retrouvé.....	0,1636
Nitrate introduit.....	0,3000
Nitrate disparu.....	0,1364

Cette disparition de 0gr,1364 de nitrate, dans lesquels il entrait 0gr,019 d'azote, eut lieu en vingt et un jours.

II. *Végétation à l'obscurité sans le concours du nitrate de potasse.* — Le 2 juin, dix graines de haricot de même provenance que celles employées dans l'expérience I, pesant 10gr,323, ont été déposées dans de la pierre ponce purifiée, humectée et arrosée avec de l'eau distillée exempte d'ammoniaque.

Le 24 juin, la récolte présentait l'aspect de celle obtenue avec le concours du salpêtre :

Hauteur des plants	$0^m,78$ à $0^m,79$
Diamètre des tiges.....	$0^m,004$
Poids des plants sortant de la chambre noire.....	$76^{gr},8$

Tiges remplies d'un liquide acide; racines très développées, ne portant pas d'indices de moisissures.

Dans la totalité des plants, on a dosé $0^{gr},019$ d'ammoniaque, un peu plus que dans l'expérience I.

III. *Végétation du maïs à l'obscurité avec le concours du nitrate de potasse.* — Le 2 juin, planté dans un sol de pierre ponce vingt graines de maïs pesant $11^{gr},197$, après qu'on eut humecté le sol avec 100^{cc} d'eau renfermant $0^{gr},200$ de nitrate.

Le 11 juin, ajouté au sol 50^{cc} d'eau tenant $0^{gr},100$ de nitrate.

Le 28 juin, on enleva les plants; sur quelques fragments d'épispermes, on aperçut une trace de moisissure verte; les plants étaient d'ailleurs en excellent état; le plus grand avait une hauteur de $0^m,50$. Les feuilles, d'une teinte jaune paille, atteignaient une longueur de $0^m,30$ sur une largeur de $0^m,01$.

	gr
Les tiges garnies de feuilles ont pesé.. ...	45,00
Les racines.....	12,30
Les épispermes.....	14,95
Poids de la récolte en sortant de la chambre noire	72,25

Dosage de l'ammoniaque. — Deux opérations, exécutées chacune sur la moitié des plants, ont donné :

	Ammoniaque. gr
Première moitié.....	0,0024
Seconde moitié	0,0034
	0,0058

Dosage de l'acide nitrique :

	gr
Dans la totalité de la récolte trouvé acide équivalent à nitrate de potasse.....	0,1025
Dans le sol (pierre ponce).....	0,0020
Nitrate retrouvé	0,1045
Nitrate introduit.....	0,3000
Nitrate détruit en vingt-cinq jours...	0,1955

IV. *Végétation du maïs à l'obscurité sans le concours du nitrate de potasse.* — Le 3 juin, mis dans la pierre ponce purifiée et humectée avec de l'eau exempte d'ammoniaque vingt graines de maïs pesant $11^{gr},282$. Le 6, la germination se manifesta.

Le 28 juin, les plants, en bonne condition, atteignaient la hauteur de $0^{m},40$ à $0^{m},50$. Diamètre des tiges, $0^{m},004$. Feuilles jaune paille de $0^{m},28$ de long sur $0^{m},01$ de large.

	gr
Poids des tiges et feuilles.....	25,45
Racines, épispermes.....	29,70
	55,15

Cette récolte, non desséchée, pesait notablement moins que celle venue sous l'influence du salpêtre.

	Ammoniaque.
	gr
Dans la première moitié des plants, on a dosé.	0,0034
Dans l'autre moitié.....	0,0028
Total.....	0,0062

On constata l'absence de l'acide nitrique.

V. *Végétation des haricots à l'obscurité avec le concours du nitrate de potasse.* — Le 8 août, planté dans du sable quartzeux purifié deux haricots pesant ensemble $1^{gr},825$. Le sol fut humecté avec de l'eau renfermant $0^{gr},100$ de nitrate de potasse.

Le 28, on pesa les plants, qui avaient $0^m,40$ de hauteur.

	Humides.	Sèches.
	gr	gr
Tiges et feuilles.....	12,17	0,913
Racines, épispermes.....	3,93	0,335
	16,10	1,244

La perte de matière contenue dans les graines a été de 31,4 pour 100.

	Nitrate de potasse.
	gr
Dans la récolte, on a dosé.....	0,059
Dans le sable »	0,004
Nitrate retrouvé	0,063
Nitrate introduit.....	0,100
Nitrate disparu	0,046

VI. *Végétation du maïs à l'obscurité avec le concours du nitrate de potasse.* — Le 8 août, trois graines, pesant ensemble $1^{gr},314$, ont été placées dans du sable quartzeux, humecté avec de l'eau tenant en dissolution $0^{gr},100$ de nitrate.

Le 30, les plants retirés de la chambre noire pesaient :

	Humides.	Sèches.
	gr	gr
Tiges et feuilles.....	3,86	0,255
Racines, épispermes.....	5,42	0,698
Total.....		0,953
Les grains pesaient.....		1,314
Différence.....		0,361

Le poids de la matière éliminée a été de 27,5 pour 100.

	Nitrate de potasse.
	gr
Dans la récolte on a dosé.....	0,0338
Dans le sable, »	0,0160
Nitrate retrouvé.....	0,0498
Nitrate introduit.....	0,1000
Nitrate disparu.....	0,0502

VII. *Végétation des haricots à l'obscurité avec le concours du nitrate de potasse.* — Le 8 août, huit graines pesant $9^{gr},11$ furent plantées dans un sol de pierre ponce qu'on arrosa avec de l'eau renfermant $0^{gr},400$ de nitrate.

Le 1er septembre, les plants étaient dans de bonnes conditions; sur les racines on ne voyait aucun indice de moisissures.

	gr
Tiges et feuilles ont pesé	50,20
Racines, épispermes	13,50
Total	63,70

	Nitrate de potasse. gr
Dans la récolte on a dosé	0,064
Dans le sol »	0,018
Nitrate retrouvé	0,082
Nitrate introduit	0,400
Nitrate disparu	0,318

VIII. *Végétation du maïs à l'obscurité avec le concours du nitrate de potasse.* — Le 10 octobre, quinze graines furent mises à germer dans du sable de rivière préalablement lavé et calciné. Lorsque les radicelles eurent $0^{m},01$ de longueur, les graines furent placées dans la chambre noire. Le sol a été entretenu dans un état convenable d'humectation, en l'arrosant avec une dissolution de nitre à 0,01; le poids du sel apporté par l'eau s'est élevé à $0^{gr},100$.

Le 26 octobre, les tiges ayant $0^{m},15$ de hauteur, on dosa :

	Nitrate de potasse. gr
Dans les plants	0,017
Dans le sol	0,003
Nitrate retrouvé	0,020
Nitrate introduit	0,100
Nitrate disparu	0,080

Deux expériences analogues furent faites parallèlement avec du blé et du maïs. Voici les résultats :

IX. *Blé.* — Dosé :

	Nitrate.
	gr
Dans les plants	0,136
Dans le sol	0,004
Nitrate retrouvé	0,140
Nitrate introduit	0,200
Nitrate disparu	0,060

X. *Maïs.* — Dosé :

	Nitrate.
	gr
Dans les plants	0,040
Dans le sol	0,003
Nitrate retrouvé	0,043
Nitrate introduit	0,200
Nitrate disparu	0,157

XI. *Recherche de l'ammoniaque dans les plants venus à l'obscurité, sous l'influence du nitrate de potasse.* — J'ai cru devoir faire une nouvelle expérience pour constater si réellement, pendant une végétation accomplie à l'obscurité sous l'influence du nitrate, il n'y a pas formation d'ammoniaque.

On a fait germer et développer des graines de froment sur du sable lavé et calciné, qu'on a entretenu humide avec de l'eau exempte d'ammoniaque, dans laquelle il y avait $\frac{1}{100}$ de nitrate de potasse.

Après quinze jours de végétation dans la chambre noire, on procéda au dosage de l'ammoniaque dans la moitié des plants, ayant alors une hauteur de $0^{m},25$ à $0^{m},30$. On avait successivement introduit dans le sol $0^{gr},100$ de nitrate.

On trouva dans la moitié de la récolte $0^{gr},0015$ d'ammoniaque, soit $0^{gr},003$ pour la totalité.

L'autre moitié fut exposée à la lumière. Les feuilles

prirent en peu de temps la couleur verte, et ce qu'il y eut de remarquable, c'est qu'après cette coloration l'on n'y trouva plus d'ammoniaque. On ne saurait attribuer cette disparition de l'alcali à la volatilité, puisqu'il devait s'être uni à l'acide que renferme constamment le liquide de l'organisme d'une plante étiolée. Très probablement l'ammoniaque, ou plutôt ses éléments avaient été assimilés. Je n'ai pas besoin d'ajouter que les $0^{gr},0015$ d'ammoniaque qu'aurait dû renfermer le végétal ne pouvaient échapper au dosage.

Cette observation confirme les résultats obtenus précédemment, établissant que, durant la végétation à l'obscurité, le nitre que l'on fait intervenir ne donne pas lieu à une production appréciable d'ammoniaque. Ainsi, dans l'expérience actuelle, les $0^{gr},100$ de nitrate auraient pu former $0^{gr},017$ d'alcali : or, dans la récolte, l'analyse n'en a signalé que $0^{gr},003$, dont une partie sans doute appartenait aux semences, par cette raison que, généralement, les grains de froment contiennent du phosphate ammoniaco-magnésien. Il n'était pas sans intérêt de montrer combien est insignifiante la production de l'ammoniaque dans cette circonstance, parce qu'on a émis l'opinion qu'une fois porté dans une plante l'azote de l'acide du salpêtre est transformé en ammoniaque, de sorte que, en définitive, un nitrate agirait dans la végétation à la manière des sels ammoniacaux. Si cette transformation a lieu, on doit admettre que c'est seulement sous l'influence de la lumière, puisque, dans l'obscurité, un plant, après avoir fait disparaître de fortes proportions de nitrate de potasse, ne donne néanmoins que d'infimes quantités d'ammoniaque, différant à peine de celles que l'on dose dans les plantes venues à l'obscurité sans l'intervention du salpêtre.

J'ai fait un assez grand nombre d'observations analogues à celles que je viens de faire connaître, avec les semences

de ricin, d'orge, d'hélianthus : toujours, dans la plante étiolée, dans le sol, on n'a pas retrouvé tout le nitrate de potasse qu'on avait mis. J'ajouterai que le résultat d'une expérience n'était accepté qu'autant qu'il y avait absence de moisissures sur les racines, parce que l'on sait avec quelle promptitude les cryptogames détruisent, en en assimilant l'azote, les nitrates avec lesquels ils se trouvent en contact.

La disparition du nitrate de potasse, en supposant que ce sel soit décomposé, doit nécessairement laisser libre de la potasse ; on en a rencontré effectivement dans le sol, et il est à croire qu'une autre partie de cet alcali se combine à l'acide de la sève des plantes étiolées. Quant à l'azote résultant de la dissociation de l'acide nitrique, est-il éliminé à l'état gazeux ou assimilé par le végétal ? Pour répondre à ces questions, il devenait nécessaire de comparer la teneur en azote des semences à la teneur en azote du végétal développé à l'abri de la lumière.

I *bis*. *Expérience faite avec le maïs*. — On fit un choix des graines ayant chacune à très peu près le même poids : $0^{gr},455$.

Dix-neuf de ces graines ont été mises à germer sur du gros sable de rivière débarrassé de toute matière organique, ayant une épaisseur de $0^{m},05$ et placé dans la chambre noire. Le sol fut humecté avec de l'eau exempte d'ammoniaque et tenant $0^{gr},08$ de nitrate de potasse.

				Nitrate.
				gr
1er mars,	introduit par	l'arrosage	.....	0,400
3 »	»		.....	0,400
6 »	»		.....	0,400
9 »	»		.....	0,400
13 »	»		.....	0,800
18 »	»		.....	0,800
				3,200

Les plants furent enlevés le 26 mars ; tiges rigides ; racines très développées, exemptes de moisissures.

La récolte a pesé $34^{gr},35$.

	gr
Tiges et feuilles desséchées	1,348
Racines	0,675
Épispermes	3,749
	5,772

Azote dans les graines. — 2^{gr} de graines, à l'état où elles avaient été déposées dans le sol, ont donné par la combustion (procédé Dumas) : $31^{cc},65$ de gaz azote à la température 0° et sous la pression $0^{m},76$, après correction pour le bioxyde ; en poids, $0^{gr},039$; pour 100, 1,95. Dans les dix-neuf graines plantées, pesant $8^{gr},645$: azote, $0^{gr},168$.

Azote dans la récolte pesant $5^{gr},772$. — $1^{gr},334$ de récolte, renfermant des parties proportionnelles de tiges, feuilles, racines, épispermes, ont produit : gaz azote, $41^{cc},85$ à 0° et sous la pression $0^{m},76$; en poids, $0^{gr},052$.

	Azote.
	gr
Dans la totalité de la récolte	0,225
Dans les graines	0,168
Différence	0,057

L'excès d'azote trouvé dans la récolte pouvant provenir du nitrate absorbé par les plants avec l'eau d'arrosage, soit en nature, soit à l'état d'ammoniaque, soit enfin de l'azote qui aurait été fixé, on a dû doser dans la récolte et dans le sol d'abord l'ammoniaque, ensuite l'acide nitrique.

Ammoniaque. — De $1^{gr},334$ de récolte sèche on a retiré $0^{gr},0024$ d'ammoniaque. La totalité de la récolte ($5^{gr},772$) en aurait fourni $0^{gr},0104 = 0^{gr},009$ d'azote.

Acide nitrique. — Dans $1^{gr},334$ de récolte sèche on a

trouvé 0^{gr}, 0385 d'acide, pour la totalité de la récolte 0^{gr}, 167, soit 0^{gr}, 0432 d'azote ou 0^{gr}, 312 de nitrate de potasse.

Il y a lieu, par conséquent, de retrancher de l'azote de la récolte 0^{gr}, 225

	gr
L'azote attribuable à l'ammoniaque.....	0,0090
L'azote de l'acide nitrique.....	0,0432
	0,0522
Azote appartenant à la matière organique de la récolte.....	0,1728
Azote dans les graines ayant donné la récolte...	0,1680
Différence.....	0,0048

On voit qu'il y a presque égalité entre les quantités d'azote contenues dans les semences et dans les plants récoltés, la différence 0^{gr}, 0048 étant comprise dans la limite des erreurs possibles dans une suite d'analyses délicates. Considérons maintenant quelles étaient les quantités de nitrate de potasse au commencement et à la fin de l'expérience.

	Nitrate de potasse.
	gr
Dans les plants on a vu que l'analyse a indiqué..	0,312
Un dosage exécuté sur la totalité du sol en a donné.	1,594
Nitrate retrouvé.....	1,906
Nitrate introduit dans le sol.....	3,200
Nitrate disparu.....	1,294
Azote.....	0,177

Puisqu'il n'y a pas eu d'assimilation, les 0^{gr}, 177 d'azote du nitrate disparu ont probablement été éliminés à l'état gazeux; on ne retrouve dans l'organisme de la plante que l'azote du nitrate qui n'a pas été dissocié.

Les végétaux phanérogames, dans une atmosphère obscure, fonctionnent, dans une certaine limite, à la ma-

nière des cryptogames sans chlorophylle, en ce sens qu'ils émettent de l'acide carbonique. Il y a toutefois cette différence que le carbone de cet acide est prélevé sur les principes constituants de l'endosperme, du cotylédon, dont l'embryon est en quelque sorte le parasite. Aussi, les phanérogames n'ayant pas, en l'absence des rayons lumineux, la faculté d'assimilation, la durée de leur végétation à l'obscurité est entièrement subordonnée à la quantité de matières contenues dans les cotylédons. Les racines ne s'emparent pas, ainsi qu'il arrive pour le mycélium des champignons, des combinaisons carbonées qu'elles rencontrent. Il y a encore cette différence que je crois devoir signaler : c'est qu'une plante vasculaire exposée à la lumière n'engendre pas de chlorophylle, tandis que les feuilles étiolées d'un phanérogame prennent une teinte verte aussitôt qu'elles sont éclairées, ce que j'ai reconnu maintes fois. Il ne faudrait pas, néanmoins, en conclure d'une manière absolue que la lumière n'apporte pas son concours au développement des végétaux vasculaires, et, à ce sujet, je ne puis mieux faire que de reproduire un passage d'une discussion soulevée au sein de l'Académie des Sciences :

« Sans aucun doute, ai-je dit, il est des plantes d'un ordre inférieur n'ayant nul besoin de chlorophylle et de la radiation solaire pour s'organiser et produire les mêmes matériaux que l'on rencontre dans les êtres supérieurs du règne végétal, mais il n'est aucune cellule vivante, si elle n'a pas le pouvoir de dissocier le gaz acide carbonique, qui soit capable de faire de toutes pièces un principe immédiat carboné.

» Tout en reconnaissant que la décomposition du gaz acide carbonique par la chlorophylle, ou plutôt par un organe auquel la chlorophylle est associée, est un des faits capitaux de la vie végétale, il est des physiologistes qui n'admettent pas que la formation de tous les organismes soit

subordonnée à l'action de la lumière, et l'on appuie cette opinion sur ce que des cellules se développent aux dépens de produits carbonés qu'on obtient de simples réactions chimiques. Ainsi, a-t-on dit, une graine impondérable du *mycoderma aceti,* jetée dans un milieu où l'aliment carboné unique est une substance très éloignée de l'organisme, puisque cet aliment est de l'alcool, donne un certain poids de matière organique formée des principes immédiats les plus variés. A cela, j'ai répondu que l'acide acétique apparu dans le milieu où fonctionnait le *mycoderma aceti* venait de l'alcool dérivant de sucre constitué par une plante à chlorophylle exposée au soleil, d'où il suit que le carbone de ce sucre avait été séparé de l'acide carbonique atmosphérique par l'action solaire. On peut en dire autant du carbone des matières vivantes ou mortes sur lesquelles s'établissent les plantes sans chlorophylle : les champignons, les cellules de levûre, les mucédinées.

» L'existence de parasites dans un lieu obscur où leurs cellules élaborent des principes semblables à ceux formés à la clarté du jour par les feuilles vertes, loin d'être une exception, est une confirmation des rapports nécessaires de la lumière avec la végétation. »

Je terminai par cette réflexion, « que si la radiation solaire cessait, non seulement les plantes à chlorophylle, mais encore les plantes qui en sont dépourvues, disparaîtraient de la surface du globe » (1).

La décomposition de l'acide du nitrate de potasse pendant la végétation à l'obcurité est difficile à expliquer. D'abord il est vraisemblable que c'est principalement au contact des racines qu'a lieu la dissociation, par cette raison qu'on retrouve dans le sol moins de nitrate que dans l'ensemble de la plante. On peut s'en convaincre en résumant les observations.

---

(1) Boussingault, *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie,* t. VI, p. 255.

Expériences.	Nitrate introduit.	Nitrate de potasse retrouvé dans les plants.	Nitrate de potasse retrouvé dans le sol.	Nitrate disparu.	Durée de la végétation.
	gr	gr	gr	gr	jours
I.....	0,300	0,139	0,025	0,126	24
III.....	0,300	0,103	0,002	0,195	26
V	0,100	0,059	0,004	0,046	20
VI.....	0,100	0,034	0,016	0,050	22
VII....	0,400	0,064	0,018	0,318	23
VIII....	0,100	0,017	0,003	0,080	16
IX . ..	0,200	0,136	0,004	0,060	10
X.....	0,200	0,040	0,003	0,157	10
I *bis*...	3,200	0,312	1,594	1,229	18

En ne tenant pas compte de l'expérience I *bis*, dans laquelle le nitrate a été mis en très forte proportion, on voit qu'en moyenne, pour 1 du sel retrouvé après la végétation, il n'y en a eu que 0,12 restés dans le sol.

Quant à la proportion de nitre détruite, le Tableau suivant montre que, pour 1 de sel intervenu, la disparition a été, en moyenne, 0,57; pour maximum, 0,795; pour minimum, 0,30. La nature de la substance minérale ayant servi de sol ne semble pas exercer d'influence.

Expériences.	Nitrate disparu pour 1 de sel.	Nature du sol.	Plantes.
I.....	0,453	Pierre ponce.	Haricots.
III.....	0,650	Pierre ponce.	Maïs.
V.....	0,460	Sable quartzeux.	Haricots.
VI.....	0,500	Sable quartzeux.	Maïs.
VII	0,795	Pierre ponce.	Haricots.
VIII....	0,800	Sable de rivière.	Maïs.
IX.....	0,300	Sable de rivière.	Blé.
X.....	0,785	Sable de rivière.	Maïs.
I *bis*...	0,404	Sable de rivière.	Maïs.

On n'entrevoit pas comment les cellules du végétal étiolé agissent sur un sel dont elles n'assimilent aucun des éléments, à moins que ce ne soit par une action de contact et en dehors de la vitalité. Les racines, en effet, ne paraissent pas subir la moindre altération; constamment, après la végétation, elles se sont présentées rigides, vivaces, sans indices de moisissures, et la meilleure preuve que les moisissures, les champignons ne sont pas la cause de la destruction de l'acide du nitrate, c'est qu'il n'y a pas assimilation d'azote, le salpêtre n'ayant pas fonctionné comme engrais. J'ai terminé ces recherches par une observation qui semblerait établir que la plante étiolée, après avoir perdu sa vitalité, agit encore effectivement sur le nitrate.

Un de ces plants, dont la tige avait $0^{m},25$ de longueur, muni de racines bien développées, a été chauffé à 100° dans un courant de vapeur aqueuse, puis plongé dans 10^{cc} d'eau tenant en dissolution $0^{gr},100$ de nitrate de potasse. Huit jours après, la température s'étant maintenue à 14°, on rechercha l'acide nitrique dans le plant et dans le liquide qui l'entourait.

	Nitrate.
L'acide nitrique dosé représentait.....	0,038
Nitrate introduit.....	0,100
Nitrate disparu....	0,062

Ce résultat pouvait être prévu, parce que l'on sait que, toutes les fois qu'une matière organisée morte, par conséquent en voie d'altération, est en présence d'un nitrate, le sel disparaît [1]. C'est ainsi qu'une terre végétale fortement salpêtrée perd du salpêtre quand elle reste submergée, et que le nitre reparaît, ou plutôt que la nitrification se manifeste, aussitôt que la même terre est ramenée à un degré

[1] *Influence de la terre végétale sur la nitrification* (*Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*, t. II, p. 1).

d'humidité tel que l'air puisse la pénétrer. Ce qu'il y a de remarquable dans l'expérience que j'ai fait connaître, c'est que les racines d'une plante venue à l'obscurité, racines parfaitement saines, ne portant aucun indice de moisissures, aient déterminé la dissociation de l'acide d'un nitrate comme l'aurait fait un organisme mort. La seule explication admissible serait que, malgré la vigueur d'une végétation excluant la possibilité de détritus détachés de la plante, le sol finit par acquérir une matière organique excrétée par les racines, matière sur laquelle un botaniste illustre, de Candolle, avait fondé une théorie des assolements. L'existence de cette excrétion n'ayant été ni suffisamment prouvée ni contestée, il importait, pour la solution de la question traitée dans ce travail, de s'assurer s'il y avait réellement apparition dans le sol d'une substance capable de réagir sur l'acide des nitrates. On a fait dans ce but, à l'Institut agronomique, une expérience dont j'ai confié la direction à M. Müntz. En voici la description :

On a calciné du sable de Fontainebleau, puis on l'a lavé à l'acide chlorhydrique et à l'eau distillée. On a pris deux lots de ce sable, de 200^{gr} chacun, qui ont été imbibés d'eau distillée. Un de ces lots a été conservé comme témoin dans un flacon bouché. L'autre, placé dans une assiette, sous une cloche, a reçu seize graines de maïs, préalablement germées et parfaitement saines. Les germes avaient environ $0^{m},01$ de longueur. On a exposé à une température variant entre 10° et 16°, dans un endroit très peu éclairé, pendant dix-sept jours. Les jeunes plantes avaient acquis une hauteur d'environ $0^{m},30$; elles étaient en bon état, mais en quelques points de la surface du cotylédon on a remarqué des mucors.

On a arraché les plantes, en prenant les précautions nécessaires pour qu'il ne restât aucune radicelle dans le sable dans lequel on devait rechercher la présence de matière organique.

Ce sol humide a été placé dans un flacon bouché et a été, au bout de trois semaines et une seconde fois au bout de six semaines, examiné au microscope comparativement avec l'échantillon témoin conservé dans les mêmes conditions. Dans les deux on n'a pu découvrir d'autre organisme que des micrococcus, très peu abondants ; aucune différence n'a pu être constatée entre eux. Cette observation tendait à faire croire à l'absence de matière organique dans le sol où avaient vécu les plants de maïs. Cependant, en chauffant dans un tube, à l'abri de l'air, les deux sables, l'échantillon témoin est resté parfaitement blanc, tandis que l'autre a noirci légèrement, d'une manière uniforme ; il contenait par conséquent une trace de matière carbonée.

Comme conclusion, on voit qu'un sol préalablement rendu stérile, après la végétation à l'obscurité, renfermait des traces de substances organiques, probablement une excrétion des racines pouvant exercer une action destructive sur l'acide du nitrate qu'on avait fait intervenir.

DU GOITRE

DANS

LA NUEVA GRANADA ET L'ECUADOR

(AMÉRIQUE MÉRIDIONALE).

Dans la Nueva Granada, à l'Équateur, on est frappé de la fréquence des affections goîtreuses. Au milieu d'une nature riche, variée, c'est un sentiment pénible qu'on éprouve en voyant des populations exposées à contracter une infirmité dont la conséquence prochaine est, quoi qu'on en ait dit, le crétinisme; aussi est-on naturellement porté à rechercher les causes qui la produisent dans certaines localités, tandis que dans telle autre, placée, en apparence du moins, dans les mêmes conditions, elle est inconnue.

Je vais dire comment je fus conduis à m'occuper de cette question.

Le Ministre de la guerre du gouvernement colombien, après m'avoir exposé combien le goître présentait d'inconvénients pour le service, m'engagea à en rechercher l'origine; je pris la liberté de faire remarquer que cette investigation était réellement en dehors de ma compétence, et qu'il y avait dans l'armée des médecins capables de s'y livrer avec succès. Pour toute réponse, le général Urdaneta me fit savoir que les travaux sur la topographie que j'exécutais alors avec le colonel Lanz [1] seraient

[1] Jose Marie de Lanz, né à Campèche, a publié, avec Bétencourt, un excellent ouvrage de Mécanique.

suspendus; que je devais faire une tournée de 200 à 300 lieues dans les Cordillères, séjourner dans les pays goîtreux et que, ma mission terminée, j'aurais à lui remettre un Rapport. C'est un extrait de ce Rapport que je vais présenter.

Il est à peine nécessaire de réfuter l'opinion attribuant le goître à l'ivrognerie, à la malpropreté, à l'usage d'aliments grossiers; les auteurs qui l'ont émise n'avaient pas résidé dans une contrée étendue où cette infirmité est commune; autrement ils l'auraient vue chez les individus les plus sobres et dans les classes aisées de la société; on a aussi affirmé, surtout en Europe, que la cause principale est due à l'influence d'une atmosphère chaude, humide, comme dans quelques vallées étroites du Valais, des Vosges, des Pyrénées; sans nier que cet état météorologique ait de l'influence, on n'est nullement autorisé à le considérer comme cause unique. On rencontre, il est vrai, des goîtreux à de faibles altitudes, dont la température moyenne est assez élevée; cependant, dans une des contrées les plus chaudes de l'Amérique méridionale, et certainement la plus humide, le Choco, je n'en ai pas vu. Lors de mon séjour à Novita, le thermomètre s'est maintenu de 26° à 27°, et l'hygromètre à cheveu marquait 90° à 100°. Cette forte humidité est constante au Choco, où il pleut presque continuellement.

Je signalerai maintenant le goître, sur les plateaux les plus tempérés des Andes, à des altitudes de 2000^{m} à 3000^{m}, la température étant de 13° à 15°. En gravissant une montagne isolée au milieu d'une plaine, on constate un décroissement rapide dans l'état hygrométrique des couches d'air que l'on traverse; il n'en est plus ainsi, en escaladant les différents étages des Cordillères; alors la sécheresse de l'atmosphère n'est plus en rapport avec l'altitude. Cela s'explique par cette circonstance que les hauts plateaux habités sont nécessairement arrosés et que,

par conséquent, l'air qu'on y respire est généralement chargé de vapeur aqueuse, comme dans les régions inférieures, et si quelquefois l'atmosphère y est plus sèche, c'est que, étant dominés par des montagnes, l'air n'y arrive qu'après avoir passé sur des cimes arides.

L'humidité de l'air dépend d'ailleurs de l'état hygrométrique des vents régnants. Ainsi, à Santa-Fé de Bogota, en temps calme, l'hygromètre marque ordinairement 43° à 75°. S'il survient un vent de l'Ouest, entraînant de l'air des vallées chaudes et humides du Rio Grande de la Magdalena, la vapeur en partie condensée forme des nuages, l'hygromètre avance vers le point maximum, la température baisse de quelques degrés, il commence à pleuvoir. Le contraire a lieu si le vent vient de l'Orient: l'air, avant de parvenir sur l'esplanade, a passé sur les *paramos* d'Usmé, de Chingasa, de la Summa Paz, dont les altitudes approchent de 3500^{m}; il règne alors une grande sécheresse. Par exemple, le 9 mars 1825, par un vent d'Est persistant, j'ai vu à Santa-Fé de Bogota l'hygromètre marquer 26° à midi, 38° à midi 30^{m}, 57° à 1^{h}. C'est la plus grande siccité que j'aie eu l'occasion d'enregistrer dans les Andes.

Chita, province de Boyaca, dans la Cordillère orientale, est à l'altitude de 2800^{m}; température 11°, 5; par un vent d'est, l'air y est aussi sec qu'à Bogota, parce que cette ville est à la base de montagnes dont le point culminant dépasse la hauteur absolue de 4000^{m}; les goîtres y sont fort communs.

On a aussi indiqué comme pouvant occasionner le goître l'usage des eaux provenant de la fonte des neiges. Dans la Nouvelle-Grenade, on voit en effet cette infirmité là où l'on boit des eaux venant des glaciers; c'est le cas à Mariquita, à Honda, sur les bords du Guali, torrent descendant des sommités neigeuses du paramo de Ruiz; à Ibagué, près du Combayma prenant naissance au-dessous du pic de Tolima. Toutefois, dans bien des endroits où le goître

est endémique, les eaux viennent de montagnes n'atteignant pas à beaucoup près le niveau inférieur des neiges perpétuelles.

Les sources sont aussi considérées comme occasionnant le goître, soit par leur fraîcheur, soit à cause des sels tenus en dissolution. Je ne connais dans la Nouvelle-Grenade que deux sources alimentant la population. Dans la ville de Soccoro, où les goîtres sont abondants et des plus volumineux, l'eau sort du calcaire néocomien; dans le village d'Enemocon, sur le plateau de Bogota, elle sort du grès; les Indiens qui exploitent une saline importante ne sont pas goîtreux.

Dans la chaîne littorale de Venezuela, constituée par du granit, du gneiss, du micaschiste, il n'y a pas de goître, tandis que dans la Cordillère orientale, où souvent les mêmes roches supportent du grès, des assises calcaires du terrain crétacé supérieur, le goître est souvent endémique; il en est ainsi, à la Montuosa, à Labaja, à Cacota de Belasco, et dans tout le Soccoro. A Labaja, à Bétas, riches en gisements d'argent et d'or, des mineurs venus d'Angleterre furent sérieusement atteints de goîtres, après un séjour de quelques mois, quoique soumis à un excellent régime et sous l'influence d'un climat tempéré, puisqu'ils se trouvaient à l'altitude de 2500^{m}, sur un point dominé par des montagnes encore plus élevées.

C'est surtout dans le Soccoro qu'on se forme une idée de l'énorme développement de la glande tyroïde. A Lagrita, où j'assistai à un bal, les femmes, sans exception, avaient des goîtres; malgré cette difformité, les danseuses étaient agréables, surtout quand elles ne parlaient pas; la voix des goîtreux est rauque, étouffée, le timbre du cauchemar. Quant aux dimensions de la tumeur, il suffira de raconter qu'en allant dans la capitale du Soccoro, choisie comme centre de mes observations, je descendais à cheval un sentier tracé dans une forêt, lorsque je fus arrêté par un in-

dividu chargé d'un fardeau et qui ne se dérangeait pas, malgré les avertissements réitérés que je lui donnais pour qu'il me laissât le champ libre. J'avais évidemment affaire à un sourd. Effectivement, je me trouvais en présence d'un idiot ayant un goître énorme que je mesurai : une masse ovoïde enfermée dans une sorte de sac; le grand axe avait $0^m,45$, le petit axe $0^m,38$, le poids en était gênant; pour l'équilibrer, le malheureux transportait une charge de bois.

Arrivé en ville, je remis mes instructions au gouverneur, un colonel, vétéran de l'armée de l'Indépendance, possesseur d'un énorme goître. L'excellent homme m'accueillit avec bienveillance, se mit entièrement à ma disposition, puis il ajouta qu'il ne comprenait pas cependant l'intérêt que pouvait avoir le gouvernement à faire disparaître les goîtreux; que le Soccoro en contenait en grand nombre, il le reconnaissait, mais que l'administration de cette province était facile, qu'il n'y avait pas de journaux de l'opposition, tandis qu'ailleurs, où il n'y avait ni goîtreux ni crétins, de jour en jour les populations devenaient de plus en plus difficiles à gouverner. Je n'avais rien à répondre; toutefois, j'aurais pu rappeler que le crétinisme n'est pas sans danger pour la société, et citer que dans le village de Cacota de Matanza un idiot avait tué plusieurs enfants [1].

---

[1] Je me suis trouvé si souvent en relation avec les goîtreux, que je ne crois pas inutile de rapporter quelques observations sur le crétinisme.

Dans les Cordillères, les crétins inspirent beaucoup d'intérêt. Ainsi j'ai vécu dans une famille (à Honda) ayant un de ces malheureux, âgé d'une vingtaine d'années, si idiot, qu'on n'avait pu lui faire porter d'autre vêtement qu'une chemise; il adorait ses parents, tout en témoignant une sorte d'indignation aux étrangers; sa mère et son frère aîné étaient goîtreux, le frère assez intelligent pour administrer les biens de la famille. Le père, non goîtreux, remplissait une fonction importante. C'était une scène aussi triste que touchante de voir à genoux, les mains jointes, aux pieds de cet excellent homme, l'enfant privé de la raison et de la parole.

Le crétin exécute régulièrement un travail unique; il ne fait bien

Les roches cristallines, schisteuses, calcaires, arénacées de la Cordillère orientale de la Nouvelle-Grenade, où le goître est quelquefois fort répandu, occupent un espace considérable dans la province d'Antioquia, et, plus au sud, dans la vallée supérieure du Cauca; or, cette infirmité

---

qu'une seule chose. On le chargera d'apporter de l'eau dans une maison, ou bien on s'en servira comme courrier : l'habitation sera toujours pourvue d'eau, et les lettres arriveront à leur adresse. A Mérida, chez l'alcade, orfèvre de profession, je vis un idiot soigner avec un soin extrême des coqs de combat; on n'avait jamais réussi à lui faire tirer le soufflet de la forge. Le crétin a les qualités et les défauts des enfants; il devient cruel; j'ai cité le meurtre de Cacota de Matanza; il ne se pénètre que d'une seule idée, dans laquelle il persiste avec une étonnante obstination. En voici une preuve, que je prends dans un manuscrit intitulé : *La vie dans les Cordillères*.

« Étant à l'Équateur, je voulus visiter le pont suspendu de Penipe, construit par les Indiens, avant la conquête. De Baños, situé à la base du Tunguragua, dont le sommet s'est écroulé en formant un immense déblai de blocs de trachyte qu'on traverse pour arriver à l'Annexo de Puela, altitude 1420^{m}, d'où l'on aperçoit la cime neigeuse du volcan, élevé de 5200^{m}, sur laquelle j'aurais voulu monter, si l'habitude que j'avais de juger les distances en pays montagneux ne m'eût fait présumer que l'ascension exigerait plusieurs jours. L'alcade de Puela n'était pas de mon avis; il m'assurait que j'atteindrai les neiges après une marche de quelques heures, et il fit appeler un chargeur de glace, qu'il me présenta comme un guide. C'était un Indien, idiot, prononçant quelques paroles espagnoles, qui affirma que nous trouverions la neige à peu de distance du village. Bien que, sans tenir compte de l'éloignement du volcan, j'avais la certitude qu'il faudrait gravir une verticale de 4000 mètres, je consentis à marcher. Le lendemain, à 8^{h}, je partis de Puela; à 10^{h} nous étions encore dans une belle forêt, où l'on fit halte. La vigueur de la végétation prouvait que nous devions être bien au-dessous du point qu'il fallait atteindre. Je signifiais à l'Indien qu'il retournerait au village; à cela, il tâchait de faire comprendre que nous devions continuer à monter. « Monter glace. » On monta des centaines de mètres, en suivant la Quebrada de Grandisagua; les arbustes devenaient plus rares; je voulus enfin forcer le guide à redescendre à Puela; il s'échappa, en criant : « Monter glace », et disparut. Une demi-heure après il revint avec un gros bloc de neige. Le crétin avait eu raison; on remonta le ruisseau, et bientôt, à mon grand étonnement, je trouvai la neige bien au-dessous de la limite inférieure; le baromètre indiqua : altitude, 3660^{m}. Nous étions 1100^{m} plus bas; la neige, dans la vallée fort rétrécie, était tombée du volcan de Tunguragua, formant une longue voûte, au-dessous de laquelle coulait de l'eau à une température

n'est pas endémique dans ces contrées; j'indiquerai pourquoi; pour le moment, il suffira de remarquer que la constitution géologique ne semble pas exercer d'inflence sur son apparition. Examinons maintenant si, comme on le croit communément, les altitudes élevées en favorisent le

---

de 4°,4; la neige avait une épaisseur de 6m à 7m. En remontant la vallée, je m'assurai que sa longueur était d'un kilomètre, jusqu'à un mur de trachyte qu'on ne put escalader; on était arrivé à l'altitude de 4080m; depuis la base, on avait monté de 400m. Il était 1h lorsque nous parvînmes à la roche trachytique : nous avions donc atteint la neige en peu de temps, conformément à la promesse du guide. Puela est près de Penipe; on y signale des goîtreux, on y boit de l'eau des neiges de Tunguragua; mais j'ignore la provenance du sel qu'on y consomme. Il se pourrait que les Indiens goîtreux que j'ai rencontrés dans les environs de Quito fussent des habitants de Puela. »

L'Indien que l'alcade de Puela m'avait donné pour me conduire vers le volcan avait montré une affirmation décidée sur la présence de la neige. Il persistait, et quand il reçut l'ordre de redescendre, il s'éclipsa sans manifester aucun signe de mécontentement; lorsqu'il arriva avec la neige, il resta impassible, c'est ce qui me surprit, car le crétin est quelquefois des plus impressionnables, et souvent je l'ai vu devenir furieux. Je citerai un de ces cas de paroxisme, que j'emprunterai encore à *La vie dans les Cordillères*.

« C'était dans la vallée du rio Grande de la Magdalena. Nous formions une nombreuse cavalcade d'officiers sortis d'Ilagué dans la matinée. A midi on fit halte, pour se rafraîchir, sous un gigantesque guarumo, dont les branches étaient si développées que je me croyais sous le fameux *zamang* d'Aragua. C'est sous cet arbre que se tient le marché du village; deux cents hommes s'y trouveraient à l'abri du soleil. A peine avions-nous mis pied à terre, qu'un *bobo* me demanda l'aumône; après avoir approché une pièce d'argent de sa main, je la retirai brusquement; j'agis ainsi plusieurs fois. Ce qui me faisait prolonger ce divertissement, d'assez mauvais goût, c'était pour observer le brusque changement de la physionomie du malheureux; il exprimait son indignation par des sons inarticulés, par des rugissements; enfin, quand il se retira, en me montrant le poing, je jetai à terre la *peseta*, en l'engageant à la ramasser; il n'en voulut pas et s'éloigna. Une demi-heure après cette scène, dans laquelle je n'avais pas joué le meilleur rôle, je n'y pensais plus. Je causais avec un camarade, lorsque j'entendis derrière moi une rumeur qui me fit retourner; je vis alors un commandant tenant le bras du crétin, qu'il avait saisi au moment où ce *bobo* allait plonger un couteau entre mes épaules. Désarmer le crétin fut l'affaire d'un instant. On ne lui fit aucun mal, d'abord parce qu'il avait été surexcité, et puis aussi parce que les pauvres d'esprit sont pour le peuple l'objet d'une sorte de vénération.

développement. Il est certain que l'affection goîtreuse ne se montre pas aux bords de la mer; je ne l'ai pas observée sur les rivages de l'Atlantique ou du Pacifique. Je n'ai pas vu de goîtreux dans la proximité des ports de la Guayra, de Santa-Marta, de San-Buenaventura, de Guayaquil, de Payta. Dans le champ de mes observations, je n'en ai rencontré, à de faibles altitudes de 300^{m} à 400^{m}, qu'à une grande distance des côtes, par exemple à Honda, à Mariquita; au-dessus de ces hauteurs, on en voit fréquemment, et l'on est ainsi conduit à se demander comment une diminution dans la pression atmosphérique peut en favoriser l'endémicité. Il existe d'ailleurs chez les habitants des Cordillères une idée fort accréditée, attribuant cette maladie aux propriétés des eaux. On affirme que si une personne atteinte du goître va demeurer dans un endroit où l'affection n'existe pas, le climat de la résidence qu'on a choisie étant le même, ainsi que le régime, l'eau étant la seule chose nouvelle dont on fasse usage, la maladie disparaît. Il y a plus, des individus fixés là où le goître est endémique s'en sont guéris ou préservés en buvant l'eau d'une rivière réputée de bonne qualité. Toutefois, ces assertions ne semblent pas suffisamment précises.

Les eaux, dans les hautes montagnes, sont généralement d'une grande pureté; cependant, si, comme il y a des raisons pour le supposer, elles contribuent à faire naître le goître, il faut bien que leur constitution diffère de celles des plaines. L'eau, en effet, présentera une différence notable dans ses propriétés et peut-être aussi dans ses effets, selon que, du sein de l'atmosphère où elle était primitivement en vapeur, elle sera tombée sur les cimes des Cordillères ou au niveau de la mer.

On le sait, l'eau privée d'air, telle quelle est quand on vient de la distiller, est fade, indigeste; il est indispensable, pour la rendre potable, de l'exposer à l'atmosphère;

d'où l'on est en droit de conclure que, dans les hautes régions, elle renferme réellement moins d'air que dans les régions inférieures; c'est à cette moindre proportion d'air, et par conséquent d'oxygène, que j'avais autrefois signalé l'eau insuffisamment aérée comme pouvant contribuer à l'endémicité du goître, opinion sujette à bien des objections, je le reconnais maintenant, mais méritant néanmoins d'être discutée, puisque, après tout, une faible proportion d'oxygène est, en général, une des différences que présente l'eau des montagnes comparée à l'eau des plaines.

On savait depuis longtemps que l'eau dissout de l'air. Priestley avait constaté que cet air est plus riche en oxygène que celui de l'atmosphère.

Dans leur mémorable travail sur l'eudiométrie, Gay-Lussac et de Humboldt établirent que le gaz oxygène est notablement plus soluble que le gaz azote; en chauffant progressivement l'eau de rivière, le premier de ces deux gaz est dégagé plus lentement que le second; ils ont trouvé que 100^{vol} renfermaient :

	Oxygène.
Dans la première partie.....	$23,7^{vol}$
Dans la deuxième partie.....	27,4
Dans la troisième partie.....	30,2
Dans la quatrième partie	32,3

L'expérience ayant été répétée sur de l'eau venant de la neige :

	Oxygène.
100^{vol} des premières parties de gaz émis contenaient..... ..	$24^{vol},8$
100^{vol} des dernières parties.....	$34^{vol},8$

Gay-Lussac et de Humboldt s'assurèrent que la glace soumise à l'ébullition aussitôt après la fusion émettait un volume de gaz ne dépassant pas la moitié de celui fourni par l'eau saturée d'air, ce qui impliquerait que, durant la

congélation, il y a dégagement d'un air pauvre en oxygène.

Les faits révélés par Priesley, Gay-Lussac et de Humboldt ont été confirmés par Henry, Dalton, Bunsen, dont les travaux eurent pour objet l'étude de la faculté dissolvante de l'eau pour les gaz sur lesquels elle n'exerce pas d'action chimique, agissant alors à la manière d'un corps poreux. Les résultats obtenus par ces éminents physiciens peuvent être résumés ainsi :

1° L'eau laissée en contact avec une atmosphère indéfinie dissout 1^{vol} du gaz constituant cette atmosphère, volume qui, ramené à la pression de cette atmosphère, est, pour une température donnée, dans un rapport constant avec le volume du liquide.

Ainsi, d'après Bunsen, l'eau à 0°, en présence d'oxygène, en prend une quantité représentant les 0,04114 de son volume, soit 41^{cc} par litre, à la pression de $0^{m},76$. Dans les mêmes conditions, un litre d'eau en dissout :

Pour le gaz azote.....	$20^{cc},035$
Pour l'air atmosphérique.....	$24^{cc},71$

Ce sont là les coefficients d'absorption.

2° Suivant Henry, de Manchester, et Dalton, l'eau en relation avec une atmosphère illimitée, composée de plusieurs gaz sur lesquels elle n'a pas d'action chimique, dissout chacun d'eux comme s'il était seul, avec la pression qu'il possède dans le mélange.

Ainsi, en présence de l'air atmosphérique, où il y a pour 100, en nombre rond :

Oxygène.....	20
Azote.....	80

l'eau dissout l'azote comme si ce gaz était seul avec une pression égale au $\frac{4}{5}$ de la pression totale, et l'oxygène comme s'il formait à lui seul une atmosphère ayant une pression égale au $\frac{1}{5}$ de la pression totale. Aussi, d'après

les coefficients d'absorption déterminés par Bunsen, les deux gaz seraient dissous dans les rapports suivants :

	Vol
Azote	66,4
Oxygène	33,6
	100,0

C'est, on le voit, les proportions dans lesquelles ces gaz ont été rencontrés par Gay-Lussac et de Humboldt, dans l'eau des rivières, dans l'eau saturée d'air, à une époque où l'on ignorait encore les lois qui régissent la dissolution des gaz dans les liquides.

Il ressort d'ailleurs des expériences de Henry et de Dalton que l'eau, dans les stations élevées, sur les montagnes, doit renfermer en valeur absolue un volume d'air moindre que celui qu'elle contient dans les régions basses, dans les plaines.

Examinons à présent les quantités et la nature des gaz tenus en solution dans les eaux. Je rapporterai d'abord les observations faites à de faibles altitudes, en choisissant de préférence les résultats de Henri Sainte-Claire Deville, parce que l'illustre chimiste a toujours ramené à 0° et à la pression de $0^m,76$ les gaz qu'il retirait de l'eau.

Garonne. — Eau puisée à Toulouse, en amont de la ville, à 300^m au-dessus dupont Garaud, le 16 juillet : température, 21°; baromètre, $0^m,755$; un litre a donné : gaz, $40^{cc},6$, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique	17,01		»
Oxygène	7,92	air, $23^{cc},6$	33,57
Azote	15,67		66,43
	40,60		100,00

Dans 1 litre d'eau : oxygène, $7^{cc},92$ à 0°; pression, $0^m,76$. D'après le coefficient d'absorption, 1^{lit} d'eau aurait dû contenir $24^{cc},7$ d'air : on a eu $23^{cc},6$.

Rhin. — Eau prise près de Strasbourg.

Un litre a donné : gaz, $30^{cc},9$, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.....	7,72		»
Oxygène.....	7,42	air, $23^{cc},18$	32,00
Azote.....	15,76		68,00
	30,90		100,00

Dans 1^{lit} d'eau : oxygène, $7^{cc},42$, à 0°; pression, $0^{m},76$. D'après le coefficient d'absorption, 1^{lit} d'eau aurait dû contenir $24^{cc},7$ d'air; on a eu $23^{cc},2$.

Rhône. — Eau prise à Genève le 30 avril : température, 9°; baromètre, $0^{m},725$.

1^{lit} a donné : gaz, $34^{cc},8$, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.....	7,93		»
Oxygène.....	8,43	air, $26^{cc},87$	31,35
Azote.....	18,44		68,65
	34,80		100,00

Dans 1^{lit} d'eau : oxygène, $8^{cc},43$, à 0°; pression, $0^{m},76$. D'après le coefficient d'absorption, 1^{lit} d'eau aurait dû contenir $24^{cc},7$ d'air ; on a eu $26^{cc},9$.

Doubs. — Eau prise au port de la Rivette, le 17 janvier : température, 3°; baromètre, $0^{m},74$.

1^{lit} d'eau a donné : gaz, $45^{cc},5$, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.....	17,84		»
Oxygène.....	9,46	air, $27^{cc},66$	34,2
Azote.....	18,20		65,8
	45,50		100,0

Dans 1^{lit} d'eau : oxygène, $9^{cc},46$ à 0°; pression, $0^{m},76$. D'après le coefficient d'absorption, 1^{lit} d'eau aurait dû contenir 24^{cc} d'air; on a eu $27^{cc},7$.

Les volumes d'air dans 1^{lit} d'eau, calculés d'après le coefficient d'absorption, approcheraient de 25^{cc}. Or, on a dosé dans les eaux :

	Air.	Oxygène.
	cc	cc
Garonne.....	23,6	7,9
Rhin.....	23,2	7,4
Rhône	26,9	8,4
Doubs.....	27,7	9,5

J'ajouterai quelques déterminations faites à Paris, en me bornant à indiquer le volume d'oxygène retiré de 1^{lit} d'eau; malheureusement on n'a pas pris la température des gaz au moment où l'on venait de les doser, de sorte qu'il n'a pas été possible de les réduire à 0°.

	Oxygène par litre.	
	cc	
Eau distillée et aérée ..	11,8	Gay-Lussac et Humboldt.
Eau de Seine	10,1	Peligot.
Eau de pluie.....	11,5	Gay-Lussac et Humboldt.
Eau de neige	10,5	Boussingault.

Comme termes de comparaison, je rapporterai les expériences faites à diverses hauteurs, dans les Cordillères, sur les quantités d'air renfermées dans l'eau.

La Baja, près Pamplona, altitude 2350^{m}. Le torrent où l'eau a été prise vient des montagnes de San Urban, du paramo Rico; altitude, 3500^{m} à 4000^{m}.

1^{lit} d'eau, pris à la température de 15°, baromètre 570^{mm}, a donné gaz $15^{cc},1$, contenant :

			Pour 100.
	cc		
Acide carbonique.	2,3		»
Oxygène.....	4,2	Air $12^{cc},8$	32,8
Azote.....	8,6		67,2
	15,1		100,0

Pour 100 de gaz recueilli :

Acide carbonique.....	15,2
Oxygène.....	27,8
Azote.....	57,0
	100,0

Dans 1^{lit} d'eau, oxygène, 4^{cc},2 à 0° et pression 760^{mm}.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir 13^{cc},5 d'air. On a eu 12^{cc},8.

Santa Fé de Bogota. — Altitude 2640^{m}.

Les eaux alimentant la ville descendent de la chaîne du paramo de Chingasa, ayant une hauteur absolue de 3000^{m} à 4000^{m}.

Eau prise dans le torrent de San Franscisco, au-dessus de la Quinta de Bolivar; température, 14°,5; baromètre, 560^{mm}.

1^{lit} d'eau a donné gaz privé d'acide carbonique, 13^{cc},34, ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc	Pour 100.
Oxygène.....	4,27	32,0
Azote.....	9,07	68,0
	13,34	100,0

Dans 1^{lit} d'eau, oxygène 4^{cc},27 à 0° et pression 760^{mm}.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir 13^{cc},3 d'air. On a eu 13^{cc},34.

Santa Fé de Bogota. — Eau du torrent de San Francisco, examinée après avoir été exposée à l'atmosphère durant soixante-douze heures.

1^{lit} d'eau ayant une température de 15°, baromètre 560^{mm}, a donné gaz 15^{cc},20, ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.	0,70		»
Oxygène	4,65	Air 14^{cc},5	32,0
Azote.....	9,85		68,0
	15,20		100,0

Pour 100 de gaz recueilli :

Acide carbonique.	4,60
Oxygène..	30,60
Azote	64,80
	100,00

Dans 1^{lit}, oxygène 4^{cc},65.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir 13^{cc},2 d'air. On a eu 14^{cc},5.

Santa Fé de Bogota. — Eau puisée à une source, rue de la Carrera, température 15°, baromètre 560^{mm}.

1^{lit} a donné gaz 26^{cc},1, ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.	13,3		»
Oxygène.....	4,1	Air 12^{cc},8	32,1
Azote.....	8,7		67,9
	26,1		100,0

Dans 100 du gaz recueilli :

Acide carbonique	47,1
Oxygène.....	15,8
Azote	37,1
	100,0

Dans 1^{lit} d'eau, oxygène 4^{cc},1.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir 13^{cc},1 d'air. On a eu 12^{cc},8.

Santa Fé de Bogota. — Lagunas de Fontibon, au centre du plateau. Altitude 2500^{m}. Plantes aquatiques abondantes.

L'eau puisée dans la laguna était à 17°, baromètre 570^{mm}.

1^{lit} d'eau a donné gaz 21^{cc},21, ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.	7,51		»
Oxygène.....	4,39	Air 13^{cc},7	32,0
Azote.....	9,31		68,0
	21,21		100,0

Dans 100 de gaz recueilli :

Acide carbonique.....	35,4
Oxygène	20,7
Azote.....	43,9
	100,0

Dans 1^{lit} d'eau, oxygène 4^{cc},39.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir 13^{cc},1 d'air. On a eu 13^{cc},7.

Santa Fé de Bogota. — Ondée tombée le 2 décembre, à 3^{h} de l'après-midi.

Température de la pluie 13°, baromètre 560^{mm}.

De 1^{lit} d'eau, extrait gaz 14^{cc},23, ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.	0,20		»
Oxygène.....	4,50	Air 14^{cc},03	32,1
Azote.....	9,53		67,9
	14,23		100,0

Dans 100 de gaz recueilli :

Acide carbonique.....	1,4
Oxygène.....	31,0
Azote.....	67,6
	100,0

Dans 1^{lit} d'eau de pluie, oxygène 4^{cc},5.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir $13^{cc},6$ d'air. On a eu 14^{cc}.

Quito. — Altitude 2920^{m}.

Les eaux alimentant la ville viennent des pentes du volcan du Pichincha, d'une hauteur absolue comprise entre 3500^{m} et 4500^{m}.

Fontaine de la plaza Mayor, eau légèrement trouble, température 16°, baromètre 545^{mm}.

1^{lit} d'eau a donné, gaz 16^{cc} ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.	1,0		»
Oxygène.....	4,6	Air 15^{cc}	30,7
Azote.....	10,4		69,3
	16,0		100,0

Pour 100 de gaz recueilli :

Acide carbonique.....	6,2
Oxygène.....	28,8
Azote.....	65,0
	100,0

Dans 1^{lit} d'eau, oxygène $4^{cc},6$.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir $12^{cc},7$ d'air. On a eu 15^{cc}.

Quito. — Fontaine du couvent de San Francisco; température 13°, baromètre 540^{mm}.

1^{lit} d'eau a donné gaz $16^{cc},1$, ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.	1,10		»
Oxygène.....	4,65	Air $15^{cc},0$	31,0
Azote.....	10,35		69,0
	16,10		100,0

Pour 100 de gaz recueilli :

Acide carbonique.....	6,84
Oxygène.....	28,88
Azote.....	64,27
	100,00

Dans 1^{lit} d'eau, oxygène 4^{cc},65.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir 13^{cc},2 d'air. On a eu 15^{cc}.

Quito. — Ruisseau coulant à la base du Mirador du volcan du Guagua Pichincha, température 5°, baromètre 450^{mm}.

1^{lit} d'eau puisée dans le ruisseau a donné gaz 13^{cc},72, ramené à 0°, pression 760^{mm}, contenant :

	cc		Pour 100.
Acide carbonique.	1,00		»
Oxygène.....	3,82	Air 12^{cc},72	30,0
Azote.....	8,90		70,0
	13,72		100,0

Pour 100 de gaz recueilli :

Acide carbonique.....	7,28
Oxygène.....	27,84
Azote.....	64,88
	100,00

Dans 1^{lit} d'eau, oxygène 3^{cc},82.

D'après le coefficient d'absorption, l'eau aurait dû contenir 13^{cc}. On a eu 12^{cc},7.

Je mentionnerai quelques localités des environs de Quito, où le goître est faiblement endémique, en indiquant les quantités d'air que doit renfermer l'eau de ces stations élevées, d'après le coefficient d'absorption, la température et la pression barométrique, la détermination des gaz n'ayant point été faite.

Village de Guaranda. — Altitude 2220^{m}, à la base du Chimborazo, route de Quito à Guayaquil.

Température de l'eau 13°, baromètre 558^{mm}.

Dans 1^{lit}, air atmosphérique, supposé à 0°, pression 760^{mm}, 13^{cc},5 renfermant 4^{cc},32 d'oxygène (1).

Hacienda del Chimborazo. — Altitude 3880^{m}.

Température de l'eau 9°, baromètre 481^{mm}.

Dans 1^{lit} d'eau, air à 0°, à la pression de 760^{mm}, contenant 4^{cc} d'oxygène.

Métairie d'Antisana. — Altitude 4072^{m}.

Température d'un ruisseau originaire du glacier 6°, baromètre 470^{mm}.

Dans 1^{lit} d'eau, air à 0° et à la pression de 760^{mm}, contenant 4^{cc},4 d'oxygène.

Résumé.

Localités.	Altitude.	Dans 1 litre d'eau Air.	Oxygène.	Remarques.
	m	cc	cc	
La Baja	2350	12,8	4,2	Près Pamplona.
Santa Fé de Bogota	2640	13,3	4,3	Torent de San Francisco.
»	»	14,5	4,6	»
»	»	12,8	4,1	Source.
Lagune Fontibon	2500	13,7	4,4	»
Santa Fé de Bogota	2640	14,0	4,5	Pluie.
Quito	2920	15,0	4,6	Fontaine sur la place.
»	»	15,0	4,6	Du couvent de San Francisco.
Pichincha	4000	12,7	3,8	Ruisseau.
Guaranda	2220	14,0	4,3	Village, calculé.
Hacienda del Chimborazo	3800	12,7	4,0	»
Métairie d'Antisana	4070	12,9	4,0	»

Dans les stations élevées, le volume de l'air atmosphérique, et par suite celui du gaz oxygène, est moindre que dans les régions basses; c'est d'ailleurs une conséquence des lois sur la dissolution des gaz dans les liquides. On vient de voir que le volume gaz oxygène renfermé dans

(1) Admettant avec 32 d'oxygène pour 100 d'air.

1^{lit} d'eau prise à une altitude de 2000^{m} à 4000^{m} est environ de 4^{cc}. Dans 1^{lit} de la Garonne, du Rhin, du Doubs, de la Seine, c'est-à-dire presque au niveau de la mer, le volume d'oxygène est, en moyenne, de 9^{cc}, le double environ du volume déterminé dans les hautes montagnes des Andes. En ce qui concerne les eaux des Cordillères, la différence essentielle qu'on ait trouvé dans leur constitution est le moindre volume d'air qu'elles renferment.

On n'est pas autorisé cependant à admettre que ce minimum soit la cause unique de l'endémicité du goître; car, s'il est vrai qu'on l'observe souvent sur les hauts plateaux, il arrive cependant qu'elle est inconnue dans bien des localités atteignant des hauteurs absolues tout aussi considérables, de sorte que, si une faible aération influe sur l'apparition du goître, comme on est assez porté à le croire dans l'Amérique du Sud, il est des cas où cette influence, si tant est qu'elle existe, doit être masquée par des circonstances que, jusqu'à présent, il n'a pas été possible d'apprécier.

Par exemple, on n'aperçoit pas de goîtreux :

1° Dans la Cordillère orientale : à Mucuchie, au sud et au nord du Nevado de Merida, à des altitudes supérieures à 3000^{m}.

2° Dans la Cordillère centrale: à Sonson, Rio Negro, Santa Rosa de Osos, à des altitudes de 2100^{m} à 2700^{m}.

3° Dans la Cordillère occidentale; à Rio Sucio de Engurumá, Anserma viejo, à des altitudes de 1800^{m} à 2600^{m}.

4° Dans la chaîne des Andes, avant sa bifurcation en trois branches : à Popayan, à Puracé, à Tuqueres, à Guachicon, à Cumbal, Tulcan, Rio Bamba, où les populations vivent à des hauteurs comprises entre 2300^{m} et 3200^{m}.

Dans les régions inférieures, les steppes, les vallées des grands fleuves, on n'observe des goîtreux que bien loin des côtes; j'ai déjà cité Honda et Mariquita, où le cré-

tinisme est aussi fort commun; ces villes ont une altitude de 200^{m} à 600^{m}, et, comme je l'ai indiqué, on y boit l'eau du Guali descendant des Nevadas dos Riuz. A Honda, très éloigné du port de Carthagène, on cesse d'être soumis à l'influence maritime qui semble protéger contre l'affection goîtreuse. A quoi tient cette influence préservatrice, reconnue en Europe comme en Amérique? En effet, les habitants des Alpes, de même que les montagnards des Andes atteints du goître, sont guéris après un séjour suffisamment prolongé à proximité de la mer. Est-ce à cause d'une modification apportée au régime alimentaire? Les conquistadores qui, les premiers, abordèrent le nouveau continent n'ont pas mentionné le goître chez les indigènes de la côte, ce qui a fait supposer que les Indiens n'étaient pas aptes à le contracter; mais, depuis, on a reconnu que les blancs et les nègres jouissent du même privilège, bien que dans l'intérieur des terres ils en soient fréquemment atteints. Il est vrai que les Indiens paraissent moins disposés à devenir goîtreux que les blancs et les nègres. Sur le plateau de Bogota, je ne l'ai pas observé chez les métis livrés à l'agriculture, dont la principale occupation consiste à engraisser, dans les plantureux herbages d'une zone tempérée, le bétail amené des plaines brûlantes des Llanos. Passant leur vie à cheval, lançant le lasso avec une étonnante dextérité, les orejones, c'est ainsi qu'on les nomme, ont horreur de l'eau comme boisson: ils se désaltèrent avec de la chicha (bière de maïs). Au reste, on croyait, à l'époque où j'habitais la Cordillère, que les Indiens n'avaient jamais le goître. Humboldt écrivait: «Les indigènes à teint cuivré jouissent d'un avantage physique qui tient surtout à la grande simplicité avec laquelle leurs ancêtres ont vécu pendant des milliers d'années. Je n'ai jamais vu un Indien bossu; il est extrêmement rare d'en voir de louches, de boiteux ou de manchots. Dans les pays dont les habitants souffrent du goître,

cette affection de la glande thyroïde ne se présente jamais chez les Indiens, rarement chez les métis. »

L'assertion de Humboldt était trop affirmative : à peu de distance de Quito, je rencontrai sur ma route toute une famille goîtreuse d'Indiens ; comme ces indigènes n'entendaient pas l'espagnol, je n'ai pu savoir d'où ils venaient, ni où ils allaient ; c'étaient très probablement des Quichuas.

L'influence maritime étant envisagée comme préservatrice, il y a lieu de rechercher la cause de son efficacité. Il n'existe pas de goîtreux sur les rivages de l'Atlantique ou du Pacifique que j'ai visités ; on ne les rencontre que dans l'intérieur des terres, et cela dans les conditions climatériques et géologiques les plus variées et à toutes les altitudes. Or le seul changement qu'il soit permis de signaler dans le régime alimentaire, d'ailleurs fort simple, des populations rapprochées ou éloignées de la mer, c'est que, à mesure qu'on s'élève dans les montagnes, l'on substitue du sel gemme au sel des marais salants : c'est ce que j'ai maintes fois reconnu, soit en remontant le Rio Grande de la Magdalena, soit en suivant la Cordillère orientale, depuis Caracas jusqu'à Santa Fé de Bogota. Le goître apparaît aussitôt que l'on fait usage des sels en roche, tirés des importants gisements de la Nouvelle-Grenade, zone salifère commençant à Cipaquira, et s'étendant à l'est jusqu'aux llanos de San Martin. C'est de cette zone que sort tout le sel consommé par les populations des montagnes, et cela pour deux raisons : l'une, que la distance et le mauvais état des chemins rendraient très onéreux le transport du sel de la côte ; l'autre, c'est qu'on ne voit aucune raison apparente, sous le rapport de la qualité, pour ne pas préférer le sel gemme. Il est constant, d'après mes observations, limitées, il est vrai, aux plaines et aux montagnes de la Nouvelle-Grenade, aux Andes équatoriales, que, là où l'on consomme du sel des marais salants, il n'y

a pas de goîtreux. Ce fait, incontestable selon moi, suffirait pour établir nettement l'efficacité de l'influence maritime si, sur un territoire peuplé de plus de 500000 habitants, le goître ne se montrait que fort rarement, bien qu'on n'y consomme pas de sel de la mer: ce sont les provinces d'Antioquia et du Cauca, dont j'indiquerai sommairement la situation.

La Cordillère centrale, divisant les vallès de la Magdalena et du Cauca, se détache d'un groupe volcanique à partir du 2e degré de latitude boréale et s'étend jusqu'au 8e degré; cette chaîne offre, sur une longueur de 60 lieues seulement, les glaciers de Huila, de Baragan, de Tolima, de Santa Isabela et de Ruiz; sa pente orientale, dont les eaux vont à la Magdalena, présente, ainsi que déjà je l'ai fait remarquer, des villes, des villages où le goître est endémique; au contraire, sur le versant occidental, dont les eaux sont tributaire du Rio Cauca, cette maladie est extrêmement rare; on ne la connaît pas dans la province d'Antioquia.

Cartago, dans la vallée du Cauca, par son altitude, sa température, l'état hygrométrique, aussi bien que par la proximité d'un cours d'eau, le Rio de la Vieja, sortant des neiges de Baragan et du Quindiu, est dans une situation semblable à celle de Mariquita, dans la vallée de la Magdalena. Le village de Sonson, dont les eaux descendent d'un paramo d'une altitude supérieure à 3000m, rappelle Santa Fé de Bogota. Cependant le goître n'est endémique ni à Cartago ni à Sonson: il l'est à Mariquita et à Bogota. Je ne pousserai pas plus loin ces comparaisons, qu'il serait aisé de multiplier. Si l'usage du sel des marais salants n'est pas répandu dans Antioquia et dans le Cauca, on n'y consomme pas davantage du sel gemme. La difficulté des transports est un obstacle, les routes étant aussi mauvaises que dans la Cordillère orientale; vu la distance, il serait aussi coûteux de faire venir le sel en roc de Cipaquira à

Medellin que d'y apporter du sel de l'Océan; en effet, entre les vallées de la Magdalena et du Cauca, les transports par mulets cessent d'être praticables : ils ont lieu sur le dos des hommes, des cargueros, mettant douze jours et plus pour franchir le Quindiu.

Une population ne saurait se passer de sel dans son alimentation; quelle est donc l'origine de celui que consomment les trois cent mille habitants d'Antioquia? De salines n'ayant d'analogie avec aucun des gisements salifères connus.

Le sel est fourni par des eaux apparaissant dans des conditions fort singulières, que j'ai signalées autrefois aux géologues, après en avoir fait une étude attentive; elles se montrent quelquefois dans des dépôts arénacés peu développés, mais on s'assure bientôt que ces eaux salées ne leur appartiennent pas, qu'elles viennent certainement du terrain sur lequel repose le sédiment; aussi le dépôt manque souvent, et l'on aperçoit l'eau salée suinter d'une roche cristalline.

Dans une exploration poussée jusqu'au sud de l'Équateur, j'ai constaté que cette eau sort du granit, du gneiss, du micaschiste, de la syénite, du grunstein, de la dolérite, même du trachyte, et non pas, ainsi qu'on aurait pu le penser, d'argile salifère ou d'amas de sel gemme, amoncelés sur un terrain tertiaire, ainsi qu'à Wieliska, en Europe, et dans l'Amérique méridionale où des masses considérables de sel sont en relation avec le calcaire néocomien [1].

Les puits fournissant de l'eau salée sont très nombreux; les plus importants se trouvent près de la ville de Medellin; l'un d'eux, celui de Guaca, est des plus productifs; quand j'étais aux salines, il fournissait en sept heures

---

[1] Boussingault, *Rapport sur les salines des Cordillères*, adressé, en 1831, au Ministre de la Guerre de la Nueva Granada.

446o^{lit} d'une eau qu'on évaporait dans des bassins en cuivre. Le sel retiré était mis à égoutter : il s'en écoulait un liquide d'une forte amertume et qu'on recueillait comme un excellent spécifique anti-goitreux, sous le nom d'*aceyte de sal* (huile de sel). C'est dans ce produit que j'ai découvert de l'iode, il y a bien des années.

L'eau mère de Guaca m'a donné pour 100^{gr} :

	gr
Chlorure de sodium (sel marin) ..	19,96
Chlorure de magnésium.....	1,94
Chlorhydrate d'ammoniaque	0,08
Bromure de magnésium.....	0,36
Iodure de magnésium	0,01
Sulfate de potasse	7,53
Sulfate de chaux	0,30
Sulfate de soude.....	0,03
Lithine.	indice
	30,21 (1)

Les salines iodifères sont exploitées, parce que leur position exceptionnelle les met à l'abri de la concurrence du sel gemme ou des marais salants; il est rare que leur teneur en sel arrive à 2 pour 100. Malgré cette pauvreté, on retire du sel des salines de Muela, del Ciruelo, de Moyan, del Feñol, de Quinchia, etc.

Les Indiens les exploitaient avant la conquête; le cacique d'Anserma, possesseur du plus grand nombre, était considéré comme le maître du sel.

Le gisement sans aucun doute le plus important et le plus curieux de sel iodifère est celui de Mira, entre Pasto et Quito, à peu de distance et au nord d'Ibarra, une plaine de sable au milieu de laquelle est le village de Salinas, on en lessive la superficie pour en retirer du sel qu'on moule

(1) J'ai fait ressortir, dans un autre travail, que l'eau mère de la saline de Guaca rappelait, par sa composition, l'eau de la mer Morte.

en pains d'environ 3 ou 4 livres. Entre Salinas et Mira, on en extrait annuellement 4000 cargas, soit à peu près 10000 quintaux. Patia, Pasto et une partie de l'Équateur consomment du sel de Mira; aussi, de même que dans Antioquia, avec sa nourriture, un habitant prend chaque jour une dose d'iode.

Le trachyte du Chimborazo a des sources salées. Le village de Simiatug (salines) est sur des roches d'où suinte de l'eau salée, avec laquelle les Indiens arrosent des prairies; par la dessiccation on obtient un sel blanc en cristaux déliés que l'on met dans de petits sacs de toile (cabuyas) pour l'exporter au loin sous le nom de *sal de Tomavela,* parce que c'est un sel ayant la propriété de faire disparaître le goître. La plus grande partie des eaux n'est pas utilisée : on pourrait en retirer de grandes quantités de sel; il est vraisemblable que les marais salants de la côte du Peru sont un obstacle à l'extension du travail des Indiens Simiatug.

L'ensemble de ces observations conduit à cette conclusion, aussi curieuse qu'inattendue, que dans la Nouvelle-Grenade et l'État de l'Équateur, dans les plaines aussi bien que dans les régions montagneuses, par conséquent sous les climats les plus divers, sur les roches cristallines, le granite, le gneiss, la syénite, les trachytes, comme sur les dépôts sédimentaires, tels que le calcaire néocomien, le grès à gisements houillers, l'homme est exposé à contracter le goître aussitôt qu'il n'est plus sous l'influence maritime, lorsque, en s'éloignant des côtes, il cesse de faire concourir à son alimentation le sel des marais salants, en lui substituant le sel gemme.

Antioquia, le Cauca où plus de cinq cent mille habitants, tout en étant en dehors de l'influence maritime, échappent complètement à l'affection goîtreuse, ne sont pas une exception. Il est vrai que le sel des marais salants n'y est pas remplacé par le sel gemme; l'immunité dont jouis-

sent ceux qui vivent dans ces provinces est due à cette circonstance singulière sur laquelle j'ai été assez heureux d'attirer l'attention des géologues : l'existence sur un territoire très étendu de salines produisant un sel plus riche en composés iodurés que celui de l'Océan et dont l'usage adopté par les Espagnols lors de la conquête n'a jamais été interrompu.

On trouverait difficilement, dans l'Amérique méridionale, une population plus robuste que celle de la province d'Antioquia; l'usage habituel de sel iodifère n'a donc aucun inconvénient sur la santé.

Quand on considère le nombre de goîtreux dans la Cordillère orientale seulement, surtout dans la province du Socorro, je suis en droit de m'étonner de ce que le Gouvernement n'ait pas tenu compte de la proposition formulée dans mon Rapport : d'établir dans les localités où le goître est endémique des entrepôts de sel ioduré d'Antioquia, et de mettre à la disposition des habitants, dans les localités où l'on redoute l'invasion de cette maladie, des eaux-mères des salines de Guaca, et cela à titre gratuit, car ce spécifique, que l'on mêle à petites doses au sel gemme, n'est pas employé par les pauvres gens.

Il est incontestable qu'en favorisant l'exportation du sel iodifère d'Antioquia le revenu des mines de sel gemme administrées par l'État diminuerait; mais, dans mon Rapport, j'avais en vue l'intérêt de la santé publique, espérant contribuer à faire disparaître une affection qui, défigure l'homme, en exerçant en outre sur ses facultés intellectuelles de déplorables effets.

SUR LA FIXATION

DE

L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE

PAR LA TERRE VÉGÉTALE;

PAR M. TH. SCHLŒSING.

Dans une précédente Communication [1], j'ai résumé les idées qui m'ont encouragé à entreprendre des recherches sur l'ammoniaque atmosphérique; je rappelais que, pendant leur circulation entre les trois règnes, les composés de l'azote éprouvent des pertes qui exigent une réparation; que le seul mode de réparation réellement constaté est la combinaison directe de l'azote avec l'oxygène, au sein de l'atmosphère, sous des influences électriques; qu'ainsi l'électricité a une part, avec la chaleur et la lumière, dans l'entretien de la vie. J'observais ensuite que, les continents étant essentiellement nitrificateurs, l'azote combiné y est transformé en nitre et charrié à la mer, où il est changé en ammoniaque. Il a pris alors l'état le plus favorable à la dissémination : passant de la mer dans l'air, il est porté dans toutes les parties du globe par les courants atmosphériques. Les plantes, la terre végétale le puisent dans ces courants, et ainsi s'explique, en ce qui concerne l'azote, l'entretien de la végétation naturelle et le bénéfice

[1] *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 18 janvier 1875.

de composés azotés constaté dans la culture, quand la fumure n'est pas surabondante.

Travaillant dans cet ordre d'idées, j'étais évidemment appelé à discuter une théorie très différente, professée par M. Dehérain, d'après laquelle la terre végétale, dans ses rapports avec l'air, les eaux, les plantes, les engrais, perd plus d'azote combiné qu'elle n'en reçoit, et comble son déficit par la fixation directe de l'azote gazeux sur sa matière organique. La vraie démonstration de cette théorie serait de constater un bénéfice d'azote acquis par une terre, dans une atmosphère exempte de composé nitreux et d'ammoniaque. Cette preuve n'a pas été faite : bien au contraire, M. Boussingault a montré que la terre végétale, conservée dix ans dans une atmosphère oxygénée, n'acquiert pas d'azote combiné; elle n'en a pas acquis davantage quand je l'ai abandonnée dans l'azote pur. Au lieu de constater directement, dans la terre même, le fait qu'il voulait établir, M. Dehérain a institué de nombreuses expériences pour prouver que l'azote gazeux peut être fixé à l'état de combinaison par diverses matières organiques. Voulant me faire une conviction, j'ai dû reproduire la plupart de ces expériences, mais en évitant, autant qu'il m'a été possible, les causes d'erreur qu'on peut leur reprocher.

Expériences dans les tubes scellés. — Un tube étranglé à sa partie supérieure reçoit successivement des dissolutions bouillies de soude et de glucose; l'étranglement est ensuite étiré en pointe fine. Le tube, toujours ouvert, est plongé dans un bain d'eau, dont on prend la température; on l'y ferme d'un trait de chalumeau; après un chauffage prolongé, on en extrait le gaz avec la pompe à mercure; le tube, vide de gaz, détaché de la pompe, est ouvert sous le mercure; le mercure introduit mesure le volume occupé au début par l'air; le gaz extrait est mesuré, puis analysé avec l'eudiomètre de M. Regnault.

	I.	II.	III.	IV.	V.
	gr	gr	gr	gr	gr
...se.....	4,3	4,3	4,3	5	5
...e.....	4,3	4,3	4,3	15	15
.....	14	14	14	20	20

(Chauffage à 100°, pendant quatre-vingt-dix-huit heures pour I, II, III, pendant cent quatre-vingt-douze heures pour IV et V.)

...straits (à 0° et ...m).....	cc 31,43	cc 34,56	cc 28,59	cc 39,5	cc 41,55
...nant C^2H^4?	0,25 pour 100	0,45 pour 100	0,52 pour 100	0,15 pour 100	0,19 pour 100
...nant H				25,22 »	24,80 »
...nant Az...	99,75 »	99,55 »	99,48 »	74,63 »	75,01 »
...retrouvé...	31,36 } +0,27	34,40 } +0,21	28,44 } +0,07	29,48 } +0,08	31,09 } −0,11
...employé...	31,09	34,19	28,37	29,40	31,20

Il n'y a pas eu d'azote fixé; cependant, dans les tubes IV et V, il s'est produit de l'hydrogène qui a dû passer par l'*état naissant*.

Des expériences analogues, faites dans des ballons à long col, où l'on mettait jusqu'à 20gr de glucose avec de l'ammoniaque ou de la soude, n'ont pas donné de meilleurs résultats.

Barbotage de l'azote dans des dissolutions de glucose et d'alcali. — M. Dehérain a fait passer de l'azote dans une dissolution de soude et de glucose. Le mélange, analysé ensuite par la chaux sodée, a donné de l'ammoniaque; le glucose seul et la soude seule n'en fournissaient pas : d'où la conclusion que l'ammoniaque obtenue représente de l'azote fixé par le glucose. Mais M. Dehérain n'a pas cherché dans sa soude les nitrates, qui s'y trouvent presque toujours. Or on sait que la soude nitrée seule ne donne pas trace d'ammoniaque avec la chaux sodée; mais, si elle est mêlée d'avance avec du glucose, son acide nitrique est presque totalement converti en ammoniaque. Il est donc permis de supposer que l'azote *fixé* est simplement celui des nitrates, et cette hypothèse explique l'utilité de

l'énorme excès de soude employé par M. Dehérain, l'azote trouvé par l'analyse étant évidemment proportionnel au poids de cette soude.

En reproduisant ces expériences, je me suis attaché à la seule détermination de l'azote gazeux avant et après le barbotage. Pour mieux constater une variation de volume, je devais employer peu d'azote, et cependant il fallait produire un barbotage prolongé. En conséquence, après avoir fait le vide dans un ballon contenant la soude et le glucose et après avoir remplacé l'air par un volume mesuré d'azote pur, je me servais de la pompe comme propulseur du gaz et faisais circuler indéfiniment à travers le liquide le même azote, à l'aide de dispositions que chacun peut concevoir sans description Dans trois expériences, où le poids du glucose a varié entre 10^{gr} et 15^{gr}, et celui de la soude entre 25^{gr} et 55^{gr}, où la durée du chauffage a été de six, douze, trente-deux heures, les résultats ont été négatifs comme les précédents :

	I.		II.		III.	
	cc		cc		cc	
Azote introduit.	146,19	−0,55	137,53	−0,30	171,74	+0,90
Azote extrait...	145,64		137,23		172,64	

Matières organiques, dans l'azote, à la température ordinaire. — J'ai opéré sur du terreau neuf, seul ou mélangé à divers alcalis. La matière étant placée dans un ballon, je façonnais le col en forme de tube à dégagement; je faisais le vide et j'introduisais un volume connu d'azote : le ballon était ensuite abandonné, le col plongé dans le mercure, sous une éprouvette à recueillir les gaz. Finalement, les gaz non dégagés dans l'éprouvette étaient extraits par la pompe.

Les expériences ont duré dix mois, de juin 1873 à mai 1874.

	I.		II.		III.		IV.		V.	
eau séché à										
ir.....	160gr		150gr		150gr		150gr		150gr	
.....	50		40		40		40		40	
			Craie 50		Chaux 50		Carb. soude 44		Potasse 30	
re- Combus- tibles.	cc 6,5		cc 2,2		cc 0		cc 3,5		cc 1,2	
lis CO^2....	481,1		413,9		0		0,40		0	
Azote...	239,1	+18,7	267,7	+11,5	165,4	+1,1	203,9	+3,3	228,6	+1,1
r introduit...	220,4		256,2		164,3		200,3		227,6	

Ainsi, dans ces expériences, il y a bien eu des variations entre les volumes d'azote introduit et recueilli; mais elles attestent toutes un dégagement et non une absorption.

En résumé, ni les tubes scellés, ni le barbotage de l'azote, ni les variations de proportion entre les matières réagissantes, ni l'exposition du terreau dans une atmosphère privée d'oxygène ne m'ont présenté le fait annoncé de la fixation de l'azote.

PRÉPARATION

DU

PHOSPHATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN

AU MOYEN DE L'URINE;

SON ACTION COMME ENGRAIS.

On a proposé, il y a quelque temps, d'extraire, pour l'agriculture, l'acide phosphorique entrant dans la composition de l'urine de l'homme, en ajoutant à ce liquide un lait de chaux, qui y détermine un précipité de phosphate calcaire.

J'ai pensé qu'il serait possible, en substituant un sel de magnésie à la chaux, de recueillir à la fois l'acide phosphorique et l'ammoniaque développés durant la fermentation de l'urée. Les essais tentés dans le cours de l'année 1845 m'ont convaincu qu'il était facile d'arriver à ce résultat et d'obtenir ainsi un engrais renfermant deux des principes fertilisants les plus actifs. En juin, j'ai versé une dissolution de chlorhydrate de magnésie dans 69^{kg} d'urine qui, en cinq jours, prirent l'aspect laiteux; et, à partir de ce moment, le dépôt de phosphate ammoniaco-magnésien augmenta rapidement. Un mois après, on décanta pour recevoir le phosphate sur une toile. C'était un sel blanc, en petits cristaux; séché à l'air, il a pesé 460^{gr}: l'urine a fourni, par conséquent, environ 7,3 pour 1000 de phosphate ammoniaco-magnésien. Ce moyen de concentration pourrait être appliqué dans les établissements où l'on réunit de grandes quantités d'urine : les ateliers, les prisons, pour en obtenir un engrais énergique, d'un

transport facile. On eut l'occasion de remarquer que l'intervention de la magnésie atténua notablement l'odeur fétide résultant de la putréfaction.

Que le phosphate ammoniaco-magnésien fût un agent utile à la végétation, on ne pouvait en douter. De nombreuses analyses des matières organiques et inorganiques des végétaux, exécutées dans des recherches sur les assolements, avaient fait ressortir les relations des divers éléments entrant dans la constitution des plantes. Je trouvai, par exemple, que, dans une terre considérée comme peu fertile, la magnésie se rencontrait constamment dans les cendres; aussi ai-je été conduit à reconnaître que les parties minérale du froment, du maïs, des légumineuses ont toujours, entre autres substances salines, du phosphate de magnésie; j'aperçus, en outre, une connexion évidente entre l'azote et l'acide phosphorique, indiquant que, dans l'organisme végétal, les phosphates appartiennent surtout aux principes azotés nutritifs, qu'ils suivent jusque dans l'organisme des animaux.

Ces considérations m'engagèrent à essayer, comme engrais, le phosphate ammoniaco-magnésien. Ce sel possède d'ailleurs une propriété qui le rend précieux, une solubilité excessivement faible; et, sur ce point, il est convenable de s'arrêter un instant, par la raison que l'on se prononce quelquefois assez témérairement sur la valeur d'un agent fertilisant.

Si les agents solubles sont utiles, il ne l'est pas moins, l'expérience le prouve, que leur efficacité ne se manifeste que dans certaines limites de quantités. Le principe le plus favorable par sa nature peut devenir nuisible par sa proportion, si l'eau humectant la terre en contient trop en dissolution. Admettons à présent que, quoi qu'on ait dit, les substances salines n'agissent sur les végétaux qu'autant qu'elles sont dissoutes, et l'on comprendra que celles-là seulement qui sont extrêmement peu solubles peuvent être

d'une application avantageuse comme amendement; effectivement, l'eau même, alors qu'elle en est saturée, n'en prend qu'une proportion assez minime pour ne pas altérer les spongioles des racines. C'est ce qui a lieu pour le gypse, dont la solution au maxima n'en renferme pas au delà de $\frac{1}{400}$. Si une partie de l'humidité du sol est dissipée par la sécheresse, il y aura précipitation de sulfate, mais l'eau restant pour abreuver la plante n'en sera pas plus chargée, elle n'y portera en plâtre ni plus ni moins que le $\frac{1}{400}$ de son poids, il n'y aura jamais excès d'engrais, comme il arriverait si l'on appliquait un sel plus soluble, par exemple le sulfate de potasse dont l'action favorable dans la culture n'est pas contestée. A faible dose, les effets du sulfate seront avantageux. Toutefois, si, par une dessiccation partielle, la dissolution devient saturée, elle contiendra alors $\frac{1}{10}$ de sel, qui exercerait sans aucun doute une action destructive sur les racines.

C'est une règle générale que, dans les amendements solubles communément employés, il faut toujours se préoccuper de l'état de concentration. Ainsi tel purin qui tuera l'herbe sur laquelle on le répandra en temps sec la fera au contraire développer activement s'il est versé pendant ou immédiatement après la pluie. Un agent aussi peu soluble que l'est le phosphate ammoniaco-magnésien, quelle que soit la sécheresse ou l'humidité, n'exercera jamais une action nuisible, mais toujours un effet utile.

Le 1er mai 1846, j'ai institué à Bechelbronn une série d'expériences pour juger les propriétés fertilisantes du phosphate ammoniaco-magnésien. Des vases de grès avaient été remplis avec 15^{lit} de terre végétale; la surface en contact avec l'air était 4^{dq}. Les vases furent placés dans un champ ensemencé de maïs quarantain; on les partagea en deux lots : n° 1, ceux dans lesquels on avait mêlé au sol 16^{gr} de phosphate; n° 2, ceux renfermant la terre sans addition de sel.

Dans chacun des vases on avait planté un grain de maïs en voie de germination. Quand la sécheresse l'exigeait, on arrosait les vases avec le même volume d'eau.

Pendant les quinze jours qui suivirent leur sortie de terre, tous les plants avaient la même apparence, la même vigueur; c'est à partir du vingt-cinquième jour que l'on nota une différence perceptible.

Le 25 juillet, les plants de la première série, ceux qui s'étaient développés sous l'influence du phosphate ammoniaco-magnésien, avaient une hauteur double et un diamètre de tige triple de la hauteur et du diamètre du maïs de la seconde série. Un mois après, le 25 août, ces rapports ne furent plus les mêmes. Le maïs de la première série avait une fois et demie la hauteur et deux fois le diamètre du maïs de la seconde série.

Tous les plants ont fleuri et épié en même temps. Ceux dont le développement avait eu lieu sous l'influence du phosphate portaient deux épis complets et un épi avorté; les autres, un épi complet et un épi avorté : j'ajouterai que c'est dans cette dernière condition que se trouvait généralement le maïs cultivé en pleine terre.

Le poids des grains de la première série au phosphate et le poids des grains de la deuxième série étaient dans le rapport de $2\frac{1}{4}$ à 1.

Tout en attachant, au point de vue agricole, assez peu d'importance aux essais faits sur une échelle aussi limitée, il convient néanmoins de reconnaître que ces essais permettent d'apprécier la faculté fertilisante d'un engrais exercée à des températures et des degrés d'humidité absolument égaux, et qu'on ne retrouve pas dans une grande culture. En définitive, ce mode de procéder avec précision est une expérience de physiologie végétale qui éclaire sur la puissance productive d'un amendement, sans qu'il soit permis d'affirmer qu'on la retrouverait en agissant en plein champ. J'ai eu l'occasion de faire des expériences com-

paratives sur bien des engrais, dans les circonstances que je viens d'indiquer, mais jamais je n'avais obtenu des effets différentiels aussi saillants.

Dans l'intention où j'étais d'exécuter des recherches sur le concours du phosphate ammoniaco-magnésien incorporé aux fumiers, je priai Schattnemann, qui dirigeait avec tant d'habileté la fabrique des produits chimiques de Bouxwiller, de préparer du phosphate par un procédé industriel. Comme résidu du traitement des os pour en faire de la colle ou de la gélatine, on disposait à l'usine de quantités considérables de phosphate de chaux déjà dissous dans l'acide chlorhydrique, d'où l'on pouvait extraire de l'acide phosphorique. L'établissement produisait, en outre, des sels ammoniacaux; il ne manquait, pour constituer du phosphate ammoniaco-magnésien, qu'un seul élement, de la magnésie, qu'on se procurait facilement en traitant une roche de dolomie par les acides. Le phosphate venant de Bouxwiller était suffisamment pur; malheureusement, je ne pus l'employer en grande culture et je me bornai à l'appliquer dans les jardins, où chacun put constater son efficacité.

En 1850, M. Isidore Pierre, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, fit des recherches sur l'application du phosphate ammoniaco-magnésien à des cultures de froment ou de sarrasin; je me bornerai à rapporter les conclusions de son travail :

1° Le phosphate ammoniaco-magnésien, employé à la dose de 150^{kg} à 300^{kg} par hectare, a exercé sur les récoltes de froment une action favorable très prononcée.

2° Toutes choses semblables d'ailleurs, son action paraît plus sensible sur les terres qui commencent à se fatiguer de céréales trop fréquemment répétées.

3° L'un des effets constants du phosphate ammoniaco-magnésien sur les récoltes de froment est un accroissement sensible dans le poids spécifique du grain. Cet

accroissement s'est élevé jusqu'à 3 pour 100 dans nos expériences.

4° Enfin, employé sur le sarrasin ordinaire à la dose de 250^{kg} à 500^{kg} par hectare, dans une terre de très médiocre qualité, ce même phosphate y a produit des résultats différentiels très remarquables. La récolte du grain a été plus que sextuplée; la récolte de la paille plus que triplée [1].

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVI.

LE

PALMIER A CIRE

(CEROXYLON ANDICOLA).

C'est en traversant la montagne de Quindiú que je rencontrai le palmier à cire décrit par Humboldt sous le nom de *ceroxylon andicola*. J'avais établi mon bivouac sur les bords du Tochecito, à 2500^{m} au-dessus du niveau de la mer; ce n'est pas la limite de la végétation de l'arbre à cire, on la suit jusqu'à l'altitude de 3000^{m}, station où, pendant les nuits sereines, la température baisse jusqu'au point de congélation. En voyant le céroxylon prospérer dans une telle condition climatérique, où sur les cimes des Andes d'épais brouillards, les pluies alternent avec de fortes sécheresses, je pensai qu'il serait possible de l'introduire dans certaines contrées d'Europe; aussi j'en emportai plusieurs plants, qui, malheureusement et malgré mes soins, ne résistèrent pas aux chaleurs intenses des plaines de la vallée de Magdalena; tous périrent avant d'arriver à l'embarcadère du Rio-Grande.

Le *ceroxylon andicola* est certainement un des palmiers les plus remarquables des régions intertropicales, d'abord par son aptitude à se développer dans des régions relativement froides, par sa grande hauteur, par la production d'une matière aussi utile que la cire; j'en laisserai la description à un voyageur botaniste, M. André, qui en a fait une étude des plus intéressantes, complétant les observations recueillies par de Humboldt et moi.

« Il était presque nuit, rapporte M. André, lorsque j'arrivai à l'hacienda de *las Cruces,* construite avec de beaux troncs de palmiers ressemblant à des colonnes d'ivoire cerclées d'anneaux bruns, encore couverts de la cire blanche d'où l'arbre tire son nom. La charpente était faite du même bois, souple, fort, inaltérable. Le toit, formé de feuilles énormes, argentées en dessous, prenait des nuances singulières et constituait une couverture chaude et imperméable. A 2^h du matin, le thermomètre marquait $+ 2^\circ$; le cours du torrent Tochecito se dessinait sous les bandes sinueuses de vapeurs blanches qui le recouvraient dans une direction est, jusqu'à sa jonction avec le rio Coello. A gauche, les colonnes de céroxylons s'élevaient comme de sveltes piliers de cathédrale; nulle brise n'agitait le feuillage de leur majestueuse couronne qui s'élançait à 60^m dans les airs. Ce spectacle, calme, imposant, jetait dans l'âme une émotion qu'on ne saurait oublier.

» On fit abattre quelques palmiers pour en récolter les fruits et les fleurs. Deux colosses s'écroulèrent bientôt avec fracas sous les coups des haches; ils se brisèrent en plusieurs morceaux et laissèrent échapper une moelle blanche en longs copeaux spongieux. Un de ces troncs avait 60^m de longueur. Sa circonférence, à la base, était de $1^m,24$ et, près du sommet, de $0^m,75$, exemple curieux de gracilité pour une si grande élévation. Les fibres du bois arrachées par la violence du choc se dressaient sur le chicot resté debout, noires, fines et dures comme des fils d'acier bruni. L'épaisseur de la couche ligneuse (placée à l'extérieur, contrairement aux autres dicotylédones) atteignait $0^m,05$; le reste, surtout au centre, était blanc avec la consistance du liège. Entre les feuilles brisées, longues de 5 à 6^m, glauques en dessus, blanches en dessous, les régimes de fruits longs de 2^m, qui, vus d'en bas, avaient paru si petits, gisaient éparpillés. Leurs innombrables

baies orangées, à pulpe douce, de la grosseur de grains de chasselas, avaient roulé sur le sol; plusieurs milliers furent recueillies pour être expédiées en Europe, ainsi que des feuilles, des spathes et deux rondelles du tronc. Ces arbres paraissaient âgés de cent cinquante à deux cents ans.»

La récolte de la cire se fait de deux manières. La première, aussi barbare qu'expéditive, consiste à jeter bas les arbres et à gratter l'écorce. L'autre mode d'opérer, le seul rationnel, est de râcler la cire en grimpant sur les arbres. Une courroie passée à la ceinture du grimpeur le fixe au tronc sur lequel s'appuient ses jambes, et, au moyen d'une râclette aiguisée, il fait tomber en descendant la cire dans son tablier. L'épaisseur de l'enduit cireux, parfois roussi par un petit lichen, varie entre $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{2}$ millimètre.

Chaque arbre fournit de 8 à 12^{kg} de cire blanche ou jaunâtre; un *peon* (ouvrier) peut en récolter de huit à dix arrobas (50 à 60^{kg}) dans une campagne.

Cette cire répand assez de fumée durant sa combustion; dans la vallée du Cauca, on y ajoute du suif lorsqu'on en fait des chandelles.

Sur les versants orientaux du Quindiú, on ne voit pas de céroxylon avant d'être parvenu à 2000^{m} d'altitude; on le suit jusqu'à la hauteur de 3000^{m}.

Les *palmares* sont plus abondants dans les environs de *las Cruces;* ils occupent une zone ne s'étendant guère que sur 15 à 20^{km} nord-sud; de la *mesa* de Hervé au massif du Quindiú, on ne les trouve plus dans les deux passages de la Cordillère séparés par le volcan de Tolima. M. André a vainement cherché les forêts de chênes dans la proximité des *palmares*. Les *quercus Humboldti* ne dépassent pas l'altitude de 1800^{m}; ils sont de terres tempérées et non de terres froides. Ce ne serait pas le *ceroxylon andicola* qui vivrait en leur compagnie, mais une autre espèce plus petite, encore peu connue, le *ceroxylon ferrugineum,* caractérisé surtout par ses baies à surface rugueuse; elle est

commune à l'ouest de la Cordillère occidentale, jusque dans la république de l'Équateur.

La *cera de palma,* quand elle a été fondue, est translucide, à cassure conchoïde, fortement électrique par la friction; elle renferme deux principes distincts : l'un, ayant l'apparence de la cire, l'autre présentant les caractères des résines. On sépare ces principes par des traitements alcooliques. Le refroidissement d'une solution laisse déposer une matière gélatineuse : c'est de la cire. L'alcool refroidi donne : après concentration, des cristaux blancs aciculaires, c'est de la résine; la solution retient une substance d'une extrême amertume, peut-être un sel d'alcali organique.

La cire extraite de la *cera de palma* brut fond à 72°; son aspect, ses propriétés la rapprochent de la cire d'abeille, dont elle a d'ailleurs la composition, d'après mes analyses et celles de Léwy.

	Cire du palmier.	Cire d'abeilles.
Carbone	80,8	80,6
Hydrogène	13,3	13,4
Oxygène	5,9	6,0
	100,0	100,0

La résine en cristaux de la *cera de palma*, lorsqu'elle est fondue, ressemble au succin; en se solidifiant, elle se fendille dans tous les sens; elle est soluble dans l'éther et les huiles essentielles. Léwy a trouvé pour sa composition :

Carbone	82,19
Hydrogène	11,50
Oxygène	6,31
	100,00

Les substances que l'on vient de signaler dans la *cera* du *ceroxylon andicola* sont fort répandues dans le règne

végétal; les plantes les élaborent souvent avec assez d'abondance pour qu'on puisse les utiliser dans l'industrie; je décrirai ici quelques-uns de ces produits, dont la constitution est suffisamment connue.

Cire de Chine, extraite du *rhus succedaneum.* — Cette cire, cristallisée, a l'aspect du blanc de baleine; elle fond à 82°; elle est peu soluble dans l'alcool et l'éther. Les alcalis la saponifient. Composition :

Carbone	80,60
Hydrogène	13,43
Oxygène	5,97
	100,00

C'est exactement, ainsi que l'a fait remarquer Léwy, la constitution de la cire provenant du céroxylon.

Cire du carnauba. — Cette matière enduit la surface des feuilles d'un palmier du Brésil (provinces du nord). Les feuilles étant séchées à l'ombre, on en détache la cire, avec laquelle on fait des bougies. La cire du *carnauba* étant dissoute dans l'alcool bouillant, il se dépose par le refroidissement une masse cristalline fusible à 83°,5. D'après Léwy, cette cire contient :

Carbone	80,32
Hydrogène	13,07
Oxygène	6,61
	100,00

C'est encore la composition de la cire du céroxylon; il y a toutefois cette différence que son point de fusion est notablement plus élevé.

Cérosie. — Découverte par Avequin sur l'épiderme des cannes à sucre. C'est une poussière blanche, cristalline, soluble dans l'alcool chaud, insoluble dans l'alcool froid; elle fond à 82°.

MM. Dumas et Lévy ont trouvé pour la composition de la cérosie :

Carbone	81,82
Hydrogène	13,63
Oxygène	4,55
	100,00

Bétuline. — Cire de l'épiderme de l'écorce du bouleau blanc. Cristalline, fusible à environ 200°.

D'après Hess, elle contient :

Carbone	81,11
Hydrogène	10,92
Oxygène	7,97
	100,00

Copal dur. — Cette résine provient de *l'hymenæa verrucosa.*

M. Dumas y a dosé :

Carbone	80,0
Hydrogène	10,4
Oxygène	9,6
	100,00

Cire andaquies. — Un botaniste, Goudot, a recueilli des renseignements intéressants sur l'origine de cette cire, que des Indiens du Rio-Caqueta, de la tribu des Tamas, retirent des ruches de petites abeilles que l'on rencontre en assez grand nombre établies sur un même arbre. C'est une cire jaunâtre, d'une densité de 0,917, fusible à 77°. On en prépare des cierges pour l'usage du culte.

Comme la cire de l'abeille d'Europe, la cire andaquies contient trois matières distinctes que l'on isole par l'action de l'alcool : deux de ces matières sont solides, cristalli-

sées; la troisième a une consistance huileuse. Les recherches de Léwy ont révélé ce fait curieux que 100 parties de cire andaquies sont un mélange de 50 parties d'une substance A analogue à la cire de palmier céroxylon, de 45 parties de cérosie B de la canne à sucre, de 5 parties d'une matière huileuse.

Composition :

	Cire A.	Cire B.
Carbone.....	80,9	81,6
Hydrogène.....	13,4	13,7
Oxygène.....	5,7	4,7
	100,0	100,0
Degrés de fusibilité...	72°	82°

On voit que A a la composition et le point de fusion de la cire séparée de la *cera* du *ceroxylon andicola,* que B a la composition et le point de fusion de la cérosie.

Résine du liège. — Je l'ai obtenue en traitant le liège par l'éther dans un appareil à déplacement. L'éther, en s'évaporant, a donné de très belles aiguilles incolores, ayant un aspect vitreux après la fusion.

J'ai eu pour sa composition :

Carbone.....	81,0 (1)
Hydrogène.....	11,2
Oxygène.....	7,8
	100,0

Cire d'Ocuba.— Ce produit vient d'un arbuste de la province de Para, le *myristica ocuba* de Humboldt et Bompland. Suivant M. Sigaud, on l'extrait d'un fruit charnu à noyau et recouvert d'une pellicule cramoisie communiquant à l'eau une teinte pourpre. Le fruit est mis à bouillir

(1) Calculé avec l'équivalent du carbone, 75.

après avoir été broyé, la cire liquide se rassemble à la surface de l'eau chaude; on assure que 16^{kg} de semences en rendent 3^{kg}. Cette cire, légèrement jaune, sert à la fabrication des bougies; elle entre en fusion à 36°,5.

Lévy y a dosé :

Carbone	74,0
Hydrogène	11,3
Oxygène	14,7
	100,0

Cire de bicuïba. — C'est une cire blanche, retirée, par un moyen qu'on n'a pas décrit, du *myristicabicuhyba;* elle est très soluble dans l'alcool chaud et fond à 35°.

Lévy donne pour sa composition :

Carbone	74,4
Hydrogène	11,1
Oxygène	14,5
	100,0

Cire du myrica cerifera. — C'est une cire verte, à cassure conchoïde, fusible à 47°,5; on l'extrait en soumettant à l'ébullition dans l'eau les baies d'un myrica très abondant dans la Louisiane et dans les stations tempérées des Cordillères; ainsi que l'a reconnu M. Chevreul en la saponifiant, on en retire de l'acide margarique, de l'acide stéarique, de l'acide oléique et de la glycérine.

Lévy a dosé dans la cire verte du *myrica cerifera :*

Carbone	74,2
Hydrogène	12,1
Oxygène	13,7
	100,0

Résine de Maynas. — Cette résine vient de plusieurs

localités de l'Amérique méridionale, particulièrement de la province de Maynas. Suivant Goudot, cette substance est aussi produite dans les plaines de Meta, de l'Orénoque, par le *calophyllum caloba,* qu'on désigne sous le nom de *palo de Maria,* et dans la vallée du Cauca sous celui de *palo de aceite.* Humboldt et Bompland ont indiqué le *calophyllum longifollium* comme producteur de la résine de Maynas; par conséuqent il n'est pas douteux qu'elle soit extraite d'un arbre appartenant à la famille du *calophyllum.*

Cette substance possède les caractères des résines, mais elle a cette propriété, qu'étant dissoute dans l'alcool chaud elle s'en sépare par le refroidissement en beaux cristaux dont la forme est du système monoclinoédrique (prisme rectangulaire oblique).

Ces cristaux, d'une densité de 1,12, fondent à 105°; une fois fondue, la résine ne se solidifie que vers 90°. Sa composition, d'après Léwy, est :

Carbone	67,2
Hydrogène	7,2
Oxygène	25,6
	100,0

Cire de l'Amaranthœa lutea. — Avant d'entrer dans la Cordillère centrale pour se rendre de la vallée du Magdalena dans la vallée du Cauca, les *cargueros* font une provision de *bijados;* ce sont les feuilles de l'*Amaranthœa,* ayant environ 1^m de longueur sur une largeur de $0^m,3$; elles sont prises pour abriter les bivouacs; chaque piéton en forme un rouleau qu'il joint à son chargement et qu'il déroule à la station où l'on doit passer la nuit, pour les fixer sur la toiture inclinée que l'on improvise dans la forêt en reliant des scions de branches par des lianes. A l'entour du campement on ouvre dans le sol une rigole

pour l'écoulement des eaux. On est ainsi parfaitement à l'abri des plus fortes pluies. Le lendemain, au départ, les *bijados* sont enlevés de la toiture, superposés, roulés et emportés pour servir dans une nouvelle station.

Par l'usage, les feuilles perdent de leur flexibilité; elles ne peuvent plus servir d'abri. C'est alors qu'il apparaît à leur surface une matière blanche, extrêmement divisée, dont j'ai recueilli une quantité suffisante pour être examinée.

C'est une espèce de cire dont le point de fusion est entre 83° et 85°. Séchée à l'étuve, la perte en humidité a été de 1,88. Elle est soluble dans l'alcool chaud; la solution n'avait pas de réaction acide.

Composition :

Carbone	75,94
Hydrogène	14,74
Oxygène	9,32
	100,00

C'est évidemment à cette substance que les feuilles de l'*Amaranthœa lutea* doivent leur imperméabilité.

Cire de l'arbre de la vache. — Les sèves laiteuses ont des globules de matières cireuses ou résineuses. On pourrait citer la sève du *Carica papaya,* dans laquelle Vauquelin a signalé la présence de l'albumine, du sucre, d'une cire et d'une résine; la sève de l'*Hura crepitans,* si justement redoutée par ses propriétés toxiques; mais, pour terminer, je me bornerai à rappeler que l'arbre de la vache fournit par incision un lait comestible, dont on peut extraire jusqu'à 33 pour 100 d'une cire semblable à la cire d'abeilles et dont on fait d'excellentes bougies. Cette substance a cependant un point de fusion inférieur : ainsi la cire blanche d'abeilles fond à 68°,7. La cire de l'arbre de la vache fond à 50°, à très peu près le degré de fusion de la graisse de mouton (51°).

On a trouvé pour la composition de la cire de l'arbre de la vache :

Carbone	79,28
Hydrogène	11,70
Oxygène	9,02
	100,00

SUR LA FERMENTATION ET LA CONSERVATION

DES

FOURRAGES VERTS EN SILO,

PAR M. G. LECHARTIER.

L'ensilage des fourrages verts a pris une place considérable en Agriculture. C'est ainsi qu'il est appliqué, dans un grand nombre d'exploitations, à la conservation du maïs destiné à remplacer en partie, pendant l'hiver, la betterave et les autres racines fourragères.

La question de l'ensilage a été résolue pratiquement par les efforts continus d'agriculteurs distingués, parmi lesquels on doit citer les noms de MM. Lecouteux, Goffart, Moreul, de M. le Dr baron Corvisart; mais il restait à donner la théorie de la conservation des fourrages verts en silo et à relier les résultats acquis par l'expérience aux principes scientifiques; il n'était pas inutile d'éclairer la pratique en rendant un compte exact de ce qui se passe dans une masse de fourrage en fermentation.

De plus, il était intéressant de rechercher quelles transformations subissent les matières nutritives contenues dans les végétaux. Y a-t-il perte de substances alimentaires? En quoi consiste-t-elle exactement dans les meilleures conditions de conservation?

J'ai pensé que la théorie de l'ensilage des fourrages verts était en relation immédiate avec les faits que j'ai publiés, en commun avec M. Bellamy, sur la fermentation que subissent, à l'abri de l'air, les fruits verts ou mûrs,

les parties vertes des végétaux et toutes les graines qui n'ont pas été suffisamment desséchées.

Ces faits sont les suivants :

1° Toutes les parties vertes d'un végétal, enfermées en vase clos, absorbent la totalité de l'oxygène de l'atmosphère confinée où elles sont conservées ; cette absorption est accompagnée et suivie d'une production considérable d'acide carbonique. La vitesse du dégagement gazeux s'accroît d'abord, pour diminuer ensuite jusqu'à devenir nulle. Ce travail est dû à l'activité des cellules végétales qui continuent à vivre malgré la privation d'oxygène. Le volume de l'acide carbonique dégagé est toujours limité lorsque des ferments étrangers n'interviennent pas ; il est en général inférieur à 14^{cc} de gaz pour chaque gramme de feuilles ou de fruits, considérés dans leur état normal d'humidité.

Les fruits jeunes, de même que les feuilles, absorbent rapidement l'oxygène de l'air qui les entoure ; le dégagement d'acide carbonique s'effectue en un temps relativement court, et sa vitesse atteint immédiatement une valeur maximum pour décroître ensuite rapidement. Ces cellules végétales jeunes se caractérisent à la fois par un pouvoir d'absorption pour l'oxygène très élevé et par une puissance de décomposition très grande. A mesure que le fruit vieillit et a été conservé à l'air pendant un temps plus long, après avoir été détaché de l'arbre, le volume de l'acide carbonique produit diminue.

Le fruit qui a perdu son activité en vase clos ne la reprend plus, même après avoir été mis de nouveau au contact de l'air.

Le germe contenu dans la graine participe à cette altération ; la graine perd la faculté de germer.

2° De l'alcool prend naissance à l'intérieur du fruit ; les quantités d'alcool varient dans le même sens que le poids de l'acide carbonique, tout en restant, en général, plus

petites. Une destruction de sucre accompagne ce phénomène ; de l'acide acétique prend naissance, même en l'absence de l'oxygène de l'air.

3° Pendant ce travail interne, les pommes et les fruits acquièrent souvent une grande mollesse et prennent la consistance de fruits blets. Lorsque le tissu cellulaire n'est pas désagrégé, il se ramollit. La couleur des fruits n'est pas altérée ; mais, dès qu'ils sont placés au contact de l'air, elle s'altère en très peu de temps ; les feuilles deviennent brunes.

4° Les cellules végétales exhalent continuellement de la vapeur d'eau et, au bout d'un temps plus ou moins long, la surface des fruits et des feuilles se recouvre de gouttelettes liquides, même dans une atmosphère confinée saturée de vapeur d'eau.

5° Le poids de la matière sèche contenue dans le fruit diminue à mesure que le dégagement d'acide carbonique se poursuit.

Je devais naturellement rapprocher ces divers phénomènes du fait acquis de la conservation des fourrages dans les silos. Seulement, il me fallait démontrer, d'une part, que, dans un silo, où la fermeture ne saurait être complète, l'oxygène de l'air ne pénètre pas dans l'intérieur de la masse de fourrage, et, d'autre part, que la matière végétale, enfermée rigoureusement à l'abri de l'air dans un flacon de verre, subit les mêmes transformations que dans le silo.

J'ai préparé plusieurs lots de maïs haché, en morceaux analogues à ceux que l'on découpe dans la pratique de l'ensilage. On a fait entrer, dans chacun d'eux, des poids proportionnels des feuilles et des diverses parties des tiges, laissant de côté les panicules et les fruits. On a formé un mélange de fragments n'ayant entre eux que des différences de composition relativement faibles, afin d'obtenir des lots distincts, exactement semblables, sur lesquels il fût ensuite

possible, après dessiccation et pulvérisation, de prélever pour l'analyse des échantillons identiques.

Ce maïs haché était ainsi préparé le 9 novembre 1878. Une portion, du poids de 1517^{gr}, était soumise à la dessiccation pour être ensuite analysée.

Une autre partie servait à remplir deux flacons à large goulot. Dans l'un, le n° 1, on introduisait 504^{gr} de maïs, et dans le second, le n° 2, 439^{gr} seulement. L'ouverture des flacons était fermée à l'aide d'un bouchon traversé par un tube recourbé s'ouvrant sous le mercure. Le bouchon était recouvert d'une couche de 0^{m},02 de mastic fondu que l'on a fait adhérer exactement aux parois du verre, de manière à produire une fermeture hermétique. De cette manière, on interceptait toute communication avec l'air extérieur; en même temps on pouvait recueillir le gaz produit et le mesurer.

Le même jour, on remplissait avec 4443^{gr} de maïs une cloche en verre ayant une hauteur de 0^{m},35. Le maïs a été tassé avec soin sur toute la hauteur, comme on peut le faire dans un silo, et la cloche fut maintenue verticalement sur un support, l'ouverture dirigée vers le haut. Pendant cette opération, on avait disposé le long des parois de la cloche un tube de plomb de petit diamètre, dont l'extrémité légèrement recourbée fut placée à 0^{m},25 de la surface, sur l'axe du cylindre. Le maïs a été recouvert d'un disque en bois, qui laissait entre son bord et le pourtour de la cloche un espace annulaire par lequel il restait en communication avec l'air extérieur. Le disque a été chargé de poids, comme on le fait d'ordinaire dans les silos en maçonnerie.

A la sortie de la cloche, le tube de plomb a été mastiqué à un robinet en verre, et celui-ci a été réuni de la même manière, par un tube de plomb, à la trompe de Sprengel.

Le 15 novembre, on ferme le robinet en verre et on fait le vide dans la machine et dans les tubes de communication.

L'appareil est abandonné à lui-même jusqu'au 20 novembre. Le vide s'est maintenu complètement. A cette date, le maïs s'est affaissé de $0^m,02$ environ. On ouvre alors le robinet, de manière à aspirer lentement les gaz contenus dans le tube de la cloche, et ceux qui composent l'atmosphère du maïs au voisinage de son extrémité. On laisse la colonne du manomètre descendre de $0^m,76$ à $0^m,55$. On ferme le robinet; on extrait le gaz qui remplit la trompe, et on le recueille : on mesure 18^{cc} de gaz qui sont analysés à l'aide de la potasse et de l'acide pyrogallique.

Le gaz contenait:

Acide carbonique.....	28,4
Azote	71,6
	100,0

La proportion d'oxygène était nulle. La solution du pyrogallate n'a pas changé de teinte, même après agitation, et sur les parois internes du tube on n'a pu observer aucune coloration.

Une seconde fois, on a ouvert le robinet, pour laisser descendre la colonne manométrique à $0^m,49$ et, après l'avoir refermé, on a extrait 25^{cc} de gaz ne contenant pas d'oxygène; il a donné à l'analyse le résultat suivant :

Acide carbonique.....	29,0
Azote.....	71,0
	100,0

On avait pu faire sortir de la cloche 43^{cc} de gaz sans obtenir d'oxygène; ce gaz n'existait donc plus dans l'atmosphère de la cloche à une profondeur de $0^m,25$ au-dessous de la surface, ni dans les couches voisines.

L'appareil fut abandonné à lui-même pendant quarante-huit heures; puis, par une manœuvre identique à la précédente, on en a extrait, en quatre opérations successives,

164^{cc} de gaz, dans lesquels on n'a pas trouvé d'oxygène ; la proportion de l'acide carbonique s'est maintenue entre 26 et 29 pour 100.

Le 24 novembre, on a aspiré, en quatre fois, 188^{cc} de gaz, ne contenant que de l'azote et de l'acide carbonique. La proportion d'acide carbonique, d'abord égale à 26,5 pour 100, est descendue à 24,6 et 24,1 pour 100. Dans la dernière portion de gaz recueillie on a reconnu l'existence d'une trace d'oxygène à un changement dans la couleur du pyrogallate de potasse. Aussi n'ai-je pas été surpris de trouver de l'oxygène dans les gaz provenant d'une cinquième opération.

Acide carbonique.....	23,4
Azote	74,8
Oxygène.....	1,8
	100,0

Il a fallu extraire 188^{cc} de gaz d'une masse de 4^{kg},5 de maïs en communication avec l'air extérieur, avant d'amener de l'oxygène à 0^{m},25 au-dessous de sa surface.

L'appareil a été abandonné à lui-même jusqu'au 24 février suivant. Le robinet étant fermé, on a maintenu le vide pendant trente-six heures dans la trompe et dans les tubes de communication ; puis on a ouvert le robinet de manière à faire sortir de la masse du maïs 25^{cc} de gaz. L'analyse a fourni le résultat suivant :

Acide carbonique.....	11,6
Azote	75,6
Oxygène.....	12,8
	100,0

En comparant ce mélange aux échantillons de gaz précédemment recueillis, on voit que l'acide carbonique a diminué notablement et a été remplacé par l'oxygène.

Le 26 et le 28 février, des expériences analogues ont

donné des résultats identiques. La composition des gaz recueillis et analysés est restée comprise entre des limites assez rapprochées :

	Pour 100.		
Acide carbonique.	7,2	à	10,1
Oxygène.....	14,3	à	12,0
Azote	80,0	à	76,5

On peut conclure de ces résultats que, pendant un certain nombre de jours, le maïs se trouvait dans les mêmes conditions que s'il avait été enfermé dans un vase complètement clos et dans une atmosphère de gaz inerte. Ce fait était dû à la rapidité avec laquelle ce fourrage haché absorbait l'oxygène de l'air et à son activité à produire de l'acide carbonique.

Au bout d'un intervallle de temps inférieur à trois mois, la matière végétale pouvait être considérée comme une masse inerte n'ayant plus la faculté de faire disparaître l'oxygène et de produire une quantité d'acide carbonique suffisante pour maintenir sa masse à l'abri de l'oxygène et la préserver de l'envahissement des moisissures.

Le 10 mars, on mettait un terme à l'expérience ; la hauteur occupée par le maïs avait diminué de $0^m,08$ à $0^m,09$. La matière fermentée pesait 3967^{gr} avec une perte de 475^{gr}, soit de 10,69 pour 100 du poids primitif. Ce maïs dont la masse avait été pénétrée par l'oxygène de l'air était envahi en divers points par les moisissures. Ce fait se produit dans les silos où l'air peut s'introduire.

Comparons les faits que nous venons d'exposer avec ce qui s'est passé dans les flacons hermétiquement clos n° 1 et n° 2.

En vingt-quatre heures, l'oxygène de l'air qu'ils pouvaient contenir a disparu et de l'acide carbonique s'est dégagé. Voici les quantités de gaz sorties des flacons à travers le mercure par heure et par kilogramme de matière végétale :

	Flacon n° 1.	Flacon n° 2.
	cc	cc
11 novembre.....	24,2	23,7
12 »	38,5	36,9
22 »	14,3	14,0
24 »	5,3	5,4
25 »	5,4	5,4
6 décembre.....	5,1	5,4
28 »	2,7	2,7
21 février au 11 mars..	0,29	0,23

A partir de cette date, le mercure est resté soulevé dans les tubes de dégagement; quelques bulles de gaz sont sorties des appareils, mais ce fait était la conséquence des variations de température et de pression de l'air.

Le dégagement s'est effectué de la même manière dans les deux flacons. Les quantités de gaz produites étaient proportionnelles aux poids de la matière végétale en fermentation. Le ralentissement s'est opéré graduellement, avec la même régularité de part et d'autre. On retrouve ici ce fait général, que des poids égaux de cellules végétales identiques donnent naissance à des volumes égaux d'acide carbonique; et par cellules végétales identiques il faut entendre des parties identiques d'un même végétal arrivées au même degré de développement ou de maturité.

A partir du mois de février, le volume du gaz dégagé reste minime; il vient même un moment où les cellules du végétal haché sont devenues complètement inactives.

La concordance des faits constatés dans les deux séries d'expériences ne saurait échapper à aucun observateur.

Pendant que du gaz acide carbonique se dégageait régulièrement des flacons 1 et 2, il n'y avait pas trace d'oxygène dans la masse du maïs de la cloche, à $0^m,25$ au-dessous de sa surface. Mais aux époques postérieures, alors que les cellules végétales avaient perdu la majeure partie de leur

activité, toutes les fois qu'on aspirait du gaz de l'intérieur de la cloche et qu'on produisait un appel d'air dans le fourrage, l'oxygène introduit n'était plus absorbé qu'avec une très grande lenteur par la matière organique devenue inerte.

La conservation du maïs et des fourrages verts en silo est donc la conséquence immédiate du travail intérieur dont les cellules végétales sont le siège, même lorsqu'elles font partie de fragments séparés de la plante. Leur activité se manifeste par ces deux faits : absorption de l'oxygène et production continue d'acide carbonique après disparition complète de ce dernier gaz. Nous savons aussi que des transformations se produisent dans la matière constitutive des cellules et dans les principes immédiats qu'elles contiennent. Il nous reste à montrer comment ces lois expliquent les faits constatés par la pratique dans la conservation du maïs et peuvent même y apporter leur contingent de conséquences utiles.

Quant aux faits élucidés par l'expérience des agriculteurs, nous les puiserons dans l'excellent *Manuel de la culture et de l'ensilage du maïs,* où M. Goffart, propriétaire agriculteur, a décrit avec conviction les résultats concluants qu'il a obtenus au château de Burtin, à la suite d'une série continue d'essais accomplis en grand pendant plusieurs années. Déjà les travaux de M. Goffart ont été l'objet d'un savant Rapport de M. Bella à la Société centrale d'Agriculture de France. Ce Rapport contient en outre l'ensemble des études analytiques effectuées par M. Barral sur le maïs ensilé de Burtin. La notice du Dr baron Corvisart sur la conservation du maïs fourrage, les Journaux d'Agriculture rédigés par MM. Lecouteux et Barral contiennent aussi de précieux renseignements pratiques.

Considérons un silo en maçonnerie, établi suivant la méthode à laquelle s'est arrêté M. Goffart. Le maïs a été haché ; la surface du tas, rendue horizontale, a été recouverte

de planches chargées de matières lourdes. Comment expliquer la conservation pour ainsi dire indéfinie de ce fourrage, qui subira nécessairement des transformations qu'il serait impossible d'éviter, parce qu'elles sont la conséquence même de la continuation de la vie dans les cellules végétales.

Nous devons considérer deux périodes bien distinctes : 1° celle pendant laquelle la substance végétale a conservé son activité; 2° celle qui commence au moment où les cellules sont devenues à peu près inertes.

Première période. — Quelques heures après que le silo a été fermé, tout l'oxygène de l'air emprisonné dans la masse du fourrage a disparu, et de l'acide carbonique en se dégageant maintient un excès de pression de l'intérieur vers l'extérieur. A la surface même du tas, entre les intervalles des planches et dans la couche en contact avec les parois latérales du silo, il doit continuer à se faire un échange entre l'air extérieur et l'atmosphère interne. De l'acide carbonique se dégage, de l'air pénètre à l'intérieur apportant de l'oxygène; mais une couche de fourrage de faible épaisseur suffit pour faire disparaître ce dernier gaz.

Les variations de la température extérieure ne se font pas sentir dans la masse du maïs qui possède une température distincte, supérieure à celle de l'air ambiant. Son échauffement est produit par les transformations dont les cellules sont le siège; il en est même la mesure. Peu à peu la température intérieure s'abaisse à mesure que la fermentation cellulaire perd de son intensité. Mais la production d'acide carbonique reste toujours suffisante pour compenser la diminution de volume provenant du refroidissement.

Les variations dans la pression de l'air extérieur ne sont pas à redouter. Toute diminution de pression est accompagnée d'un fort dégagement d'acide carbonique provenant, non seulement des gaz interposés entre les parcelles du

fourrage, mais aussi du gaz dissous dans les liquides de la matière végétale et dont le poids s'élève aux $\frac{4}{5}$ de la masse totale. Une augmentation de pression aura ensuite pour effet de faire naître un arrêt dans la sortie du gaz et d'amener une pénétration des couches extérieures par l'oxygène de l'air; mais cet oxygène absorbé rapidement ne subsiste pas assez longtemps pour permettre aux moisissures de se développer en proportion appréciable. L'arrêt dans le dégagement de l'acide carbonique cesse dès que la quantité de gaz produit par la fermentation qui continue sans interruption aura comblé les pertes effectuées par le silo sous l'influence d'une diminution brusque de pression.

Pour se convaincre qu'il doit en être ainsi, il suffit de remarquer que dans les flacons 3 et 2 le dégagement de gaz s'effectue régulièrement chaque jour, sans arrêt prolongé.

Pendant cet intervalle de temps, que nous avons appelé *période de bonne conservation,* le fourrage vert se trouve, sauf une bande étroite, dans les mêmes conditions que s'il était enfermé dans un vase imperméable à l'oxygène de l'air. Son aspect et sa couleur sont les mêmes dans le silo et dans les flacons de verre; les mêmes modifications s'opèrent dans la matière végétale. Cette période est plus ou moins longue suivant la nature du fourrage, l'état dans lequel il a été ensilé, son degré plus ou moins avancé de végétation.

On peut recueillir des renseignements utiles sur la durée de cette période, en étudiant la marche du dégagement gazeux que produirait ce même fourrage enfermé dans un flacon à l'abri de l'air.

C'est pendant cette première période que s'opèrent toutes les réactions intimes qui changent le fourrage frais en fourrage fermenté; elles cessent en même temps que le dégagement gazeux. A partir du moment où se termine

cette période, la matière végétale devient inerte et les divers principes immédiats qu'elle contient ne subissent plus que des modifications insensibles, si elle ne devient pas le siège de fermentations étrangères.

Deuxième période. — Ces transformations qui ont accompagné le dégagement de l'acide carbonique ont eu pour effet de modifier l'état physique du fourrage de manière à lui permettre de se conserver encore en silo lorsque les cellules végétales ne possèdent plus le pouvoir d'absorber rapidement l'oxygène.

Le tissu même des cellules s'altère : ou il se désagrège complètement, ou il subit un ramollissement notable. Ce fait est la cause de l'affaissement qu'on observe dans tous les ensilages de maïs.

« Au moment où le maïs vert vient d'être haché, dit M. Goffart, il est tout vif encore et doué d'une élasticité telle qu'il réagit fortement contre la pression momentanée que vous lui avez fait subir ; il remonte sous le pied à peine relevé de l'ouvrier.

» Il n'en est plus de même quelques jours ou quelques semaines après ; le maïs ne tarde pas à subir un ramollissement qui en diminue successivement l'élasticité. »

Aussi est-il nécessaire que la couverture que l'on donne à la masse du fourrage ensilé la suive dans son mouvement d'affaissement, afin de ne laisser subsister aucun vide à son intérieur. Dans le cas d'une couverture en terre, telle qu'on l'emploie dans les silos creusés dans le sol, il faut s'assurer qu'elle suit le maïs à mesure qu'il descend, et réparer sa surface toutes les fois qu'elle se fendille.

Le mode de fermeture adopté par M. Goffart est excellent. Des planches juxtaposées, mobiles les unes par rapport aux autres et chargées d'un poids qui a été évalué à 500^{kg} par mètre carré, constituent un couvercle mobile

qui accompagne la matière sous-jacente dans son mouvement de descente et qui maintient en contact toutes les parties.

Pour comprendre toute l'importance de cette recommandation, il faut remarquer que l'affaissement peut s'élever aux $\frac{37}{100}$ du volume total. M. Bella a constaté chez M. Goffart que la hauteur d'un tas, primitivement égale à $2^m,60$, se trouvait réduite à $1^m,60$. Sans une compression suffisante et régulière, des vides se produisent dans la masse du fourrage, de l'oxygène y pénètre dès que le dégagement du gaz acide carbonique se ralentit, et les moisissures s'y propagent.

De plus, tous les fragments de matière végétale, qu'ils proviennent de feuilles, de fruits ou de tiges, se recouvrent d'humidité dans les silos, quel que soit leur mode de construction. Ce fait, qui a une grande utilité pratique, n'est pas dû à la compression; il se produirait même dans le cas où celle-ci serait nulle.

Il a pour cause l'exsudation qui se produit naturellement à la surface des cellules végétales, soit que les liquides qu'elles contiennent s'en échappent en même temps que les parois se désagrègent, soit que l'eau en sorte par voie de volatilisation pour se condenser à l'extérieur.

En résumé, sous l'influence d'un tassement convenable, les divers morceaux de fourrage se rapprochent, les intervalles qui les séparent deviennent très petits et se remplissent de liquide saturé d'acide carbonique sans interposition de matière gazeuse. Après cette première période de conservation qui a été décrite précédemment, il ne doit plus y avoir dans le silo qu'une masse compacte qui en occupe toute la capacité, dans laquelle il n'existe aucun vide et qui oppose à la pénétration de l'air extérieur la même difficulté que pourrait le faire une matière homogène, semi-fluide, de même forme et de même dimension. Ces diverses conditions sont indispensables à la conserva-

tion du maïs, à partir du moment où les cellules végétales deviennent inactives.

ÉTUDE DE DIVERSES PARTICULARITÉS DE L'ENSILAGE.

Le maïs haché doit se conserver plus facilement que les tiges que l'on garde entières. Il est difficile de les ranger de manière à faire disparaître par le tassement, même après fermentation, tout interstice pouvant servir à l'introduction de l'air dans la masse du fourrage.

Quand on hache le maïs, on ne doit pas, pour les mêmes motifs, donner aux morceaux une trop grande longueur.

Le plus souvent, le maïs ensilé se recouvre de moisissures sur une légère épaisseur, aux points où il est en contact avec l'air, c'est-à-dire à la surface supérieure et au voisinage des parois verticales du silo, le long desquelles l'oxygène peut pénétrer. Cette couche altérée a une épaisseur de $0^m,02$ à $0^m,04$ dans les silos de M. Goffart; on la trouve après deux mois d'ensilage, précisément à partir de l'époque où le dégagement d'acide carbonique se ralentit. Ce fait est d'accord avec l'explication que je viens de donner.

Je partage entièrement l'avis de M. Goffart au sujet de l'influence que peut exercer sur la conservation du maïs son mélange avec de la paille.

« Je ne tardai pas à reconnaître, écrit M. Goffart, que le mélange de paille et de maïs se conservait d'autant moins de temps que la proportion de paille était plus considérable. Un cinquième en volume, soit un dixième en poids, c'était le maximum de ce que le maïs pouvait en supporter sans être exposé à une prompte altération. »

Lorsqu'on mélange de la paille au maïs, il est nécessaire qu'elle soit en quantité telle, qu'elle puisse être mouillée complètement par les liquides que le maïs laisse échapper

pendant sa fermentation. D'autre part, il est utile qu'elle soit assez ramollie pour se comporter comme le fourrage lui-même. Si chaque morceau de paille constitue un tube rempli de gaz, et que ces tubes se juxtaposent formant un réseau continu dans le silo, le fourrage ensilé se conserve à l'état de masse poreuse, à l'intérieur de laquelle l'air pénètre et les moisissures se développent.

Quand on suit avec attention ces divers phénomènes, on reste convaincu qu'il est impossible d'empêcher ces transformations, qui caractérisent la fermentation cellulaire des végétaux. On doit même ajouter que cette fermentation est utilisée pour la conservation des fourrages en silo. Tout le talent de l'agriculteur consiste à éviter ces fermentations parasites qui peuvent prendre naissance par le développement de ferments étrangers et qui conduiraient à une altération plus profonde de la substance végétale. On doit redouter les fermentations lactique, acétique et butyrique. Cette dernière surtout donne au fourrage une odeur spéciale qui imprègne les étables et tous les bâtiments de ferme ; lorsqu'elle n'est pas très développée, elle n'empêche pas le bétail de consommer les aliments qu'on lui présente ; mais la diffusion du ferment butyrique ne saurait être sans inconvénient dans une ferme où l'on produit du lait, soit qu'on le vende en nature, soit qu'on le transforme en beurre ou en fromage.

Je devais insister sur cette distinction entre ces diverses fermentations, afin de ne point paraître en contradiction avec M. Goffart, qui insiste sur le principe suivant dans tous ses écrits :

« Le but à atteindre, c'est d'empêcher toute espèce de fermentation avant comme après l'ensilage, car le moyen d'éviter les mauvaises fermentations, c'est de n'en laisser produire d'aucune sorte. »

FERMENTATION DU TRÈFLE.

Le trèfle a été soumis aux mêmes essais que le maïs.

Le 20 juillet 1879, deux flacons étaient remplis de trèfle haché et disposés comme les flacons 1 et 2, pour qu'on puisse recueillir le gaz produit.

Le même jour, on faisait dessécher 1260^{gr} du même trèfle, pour le soumettre à l'analyse.

L'un des flacons contenait 360^{gr},4 de trèfle; dans le second, on en avait introduit un poids de 222^{gr},8. Les gaz dégagés ont été mesurés ; leur volume total, ramené à la température de 0° et à la pression de 0^{m},760, a été respectivement égal à 2333^{cc},7 et 1841^{cc},6. Les poids correspondants sont 4^{gr},571 et 3^{gr},609. Pour le poids total du fourrage 583^{gr},2, la perte due à l'acide carbonique est 8^{gr},28, soit 1,44 pour 100.

Le 13 octobre, le dégagement gazeux était devenu presque nul, et on mettait fin à l'expérience.

Le trèfle fermenté extrait des flacons a été soumis à la dessiccation. Ces derniers essais n'avaient pas été institués dans le but unique d'obtenir une nouvelle vérification de faits bien souvent vérifiés; on se proposait surtout de préparer deux échantillons exactement comparables, permettant de mettre en évidence les changements de composition survenus dans la substance végétale.

FABRICATION DU FOIN BRUN.

On peut rattacher encore aux phénomènes de fermentation cellulaire la fabrication du foin brun. Le procédé en usage consiste à dresser des meules de fourrage vert que l'on ouvre ensuite pour produire une dessiccation rapide. Nul doute qu'au centre des meules le fourrage ne se trouve dans les mêmes conditions qn'en silo. Les couches extérieures suffisent pour absorber l'oxygène de l'air qui tendrait à pénétrer à l'intérieur. La température s'élève au

centre de la masse; la chaleur dégagée est la conséquence des réactions chimiques qui prennent naissance dans les cellules mêmes et qui équivalent à une véritable combustion. Cet échauffement est accompagné d'une volatilisation de l'eau de végétation.

Lorsque la meule est ouverte, l'herbe se dessèche rapidement, parce que l'eau à évaporer recouvre extérieurement les feuilles et les tiges et n'est plus emprisonnée dans les cellules, comme cela a lieu dans le fanage ordinaire.

Donc, dans la production du foin brun, deux opérations distinctes se succèdent : l'une qui consiste à mettre le fourrage vert en meule et qui a pour effet de faire sortir l'eau de végétation de l'intérieur des cellules et des vaisseaux, la seconde qui a pour but de faire évaporer cette eau. La première de ces opérations entraîne nécessairement une partie des transformations qui se produisent dans la conservation du maïs en silo. C'est à ce motif que l'on doit rapporter la couleur brune du foin brun, son odeur spéciale et la différence de sa composition avec le foin ordinaire.

MODIFICATIONS DE COMPOSITION SUBIES PAR UN FOURRAGE VERT CONSERVÉ EN SILO.

On prendra, comme point de départ, le fourrage conservé dans de bonnes conditions, à l'abri des fermentations étrangères. Le type de ce fourrage est celui qui a été fermenté en flacon, sans avoir de contact avec l'oxygène de l'air. C'est dans ces conditions seulement qu'on peut obtenir des résultats suffisamment constants. Une fois la fermentation cellulaire terminée, le fourrage reste inerte, et la durée de la conservation n'a plus d'influence : son poids ne varie plus, et il ne peut se produire dans sa masse que les modifications qui résulteraient de l'action chimique directe des diverses substances en contact les unes avec les autres.

1° On observe une perte dans le poids brut de la matière ensilée. Cette perte nécessaire est due : 1° au poids de l'acide carbonique qui se dégage ; 2° à celui de la vapeur d'eau dont on ne saurait empêcher complètement le départ.

On ne peut pas mesurer *a priori* la perte due à l'évaporation : elle dépend des conditions d'aménagement du silo et de la température à son intérieur. Elle ne fait perdre aucune substance alimentaire.

Quant à la perte en acide carbonique, on peut l'évaluer approximativement. Dans les flacons 1 et 2 le poids du maïs était :

Le 9 novembre.....	943^{gr}
Le 17 mars suivant.....	922,4
Perte.....	20,6

soit 2,18 pour 100 du poids primitif ; ce poids représente environ 10^{lit} de gaz acide carbonique par kilogramme de matière ensilée.

Pour le trèfle, le poids de l'acide carbonique a été exactement 8^{gr},280 pour 583^{gr} de fourrage, soit 14^{gr},20 par kilogramme de fourrage, ce qui représente un volume supérieur à 7^{lit}.

Lorsque la matière végétale est le siège de fermentations accessoires, lorsque des moisissures s'y développent, la perte est plus considérable. Dans la cloche où nous avons fait pénétrer de l'air à plusieurs reprises, par voie d'aspiration, la perte supportée par le maïs s'est élevée à 10,69 pour 100 du poids initial.

2° La conservation d'un fourrage en silo est toujours accompagnée d'une production d'alcool. Le maïs des flacons 1 et 2 en contenait 1,372 pour 100 de son poids.

Voici la marche suivie pour la recherche et la séparation de l'alcool : 232^{gr},4 de fourrage sont soumis à l'ébullition dans une cornue en verre avec 1^{lit} d'eau distillée ; on condense les vapeurs dans un serpentin en verre entouré d'eau

froide et on recueille au moins le tiers du liquide employé. La liqueur condensée est soumise à de nouvelles rectifications, de manière à réduire son volume à quelques centimètres cubes. Le produit de ces rectifications est introduit dans une éprouvette graduée, et on y ajoute une quantité de carbonate de potasse supérieure à celle qui est nécessaire pour saturer un volume égal d'eau; l'alcool se sépare et vient surnager la solution saturée de carbonate de potasse. On mesure l'alcool et on calcule son poids.

Dans le cas actuel, le volume de l'alcool séparé a été trouvé égal à 4^{cc}, soit $17^{cc},2$ par kilogramme, et en poids $13^{gr},72$.

Un maïs provenant d'un silo de M. Galery, agriculteur à Thorigné, près Rennes, contenait $6^{cc},4$ d'alcool par kilogramme; le maïs avait été extrait des silos le 16 novembre; la fermentation n'avait donc pas duré plus d'un mois.

Un échantillon de maïs fermenté, qui nous avait été envoyé par M. Champion, propriétaire agriculteur à Feins (Ille-et-Vilaine), n'a fourni que $3^{cc},57$ par kilogramme. Il avait été retiré le 13 février 1879 d'un silo entamé le 15 décembre précédent et qui avait été terminé le 23 octobre.

M. Barral a constaté que du maïs provenant d'un des silos de M. Goffart contenait $1^{cc},2$ d'alcool par kilogramme.

3° Les fourrages fermentés contiennent de l'acide acétique d'une manière normale. On le retrouve dans les liquides de distillation où l'on recherche l'alcool. Ceux que l'on avait obtenus avec le maïs des flacons n° 1 et n° 2, où la fermentation s'était effectuée intégralement à l'abri de l'air, avaient une réaction nettement acide; cette acidité était due seulement à la présence de l'acide acétique. La proportion s'élevait à un demi-millième du poids de la matière végétale. M. Duclaux a montré que cet acide se produit dans toutes les fermentations alcooliques; c'est un

point de ressemblance entre les transformations produites par les globules de levure et celles que font naître les cellules végétales privées d'oxygène.

M. Barral a également reconnu la présence de l'acide acétique dans les silos de M. Goffart. Dans trois d'entre eux, l'acidité évaluée en acide sulfurique s'est élevée, par kilogramme de fourrage, aux nombres $0^{gr},99$; $5^{gr},44$ et $7^{gr},92$.

Dans les échantillons de maïs de M. Galery et de M. Champion, la proportion d'acide a été, par kilogramme, $7^{gr},47$ et $4^{gr},65$.

Ces quantités sont supérieures à celles qui résultent d'une fermentation cellulaire pure; même souvent l'acide butyrique se trouve mélangé à l'acide acétique. C'est le résultat d'une fermentation étrangère.

Il importe actuellement de rechercher sur quels principes immédiats porte spécialement la perte constatée dans le poids du fourrage pendant la fermentation. Quels sont les matériaux qui fournissent les éléments nécessaires à la formation de l'acide carbonique, de l'alcool et de l'acide acétique?

Pour s'en rendre compte, il faut analyser comparativement le fourrage pris au moment de l'ensilage et le fourrage conservé en silo. C'est ce que j'ai cherché à faire dans les meilleures conditions possibles.

MM. Champion et Galery m'ont envoyé plusieurs tiges de maïs lors de l'ensilage; leur analyse a servi de terme de comparaison pour le maïs de leurs silos.

Un échantillon de maïs, identique à celui qui a été introduit dans les flacons n° 1 et n° 2, a été analysé.

On a agi de la même manière pour le trèfle, dont la fermentation s'est accomplie en flacon. J'ai déjà indiqué les précautions prises dans la préparation des échantillons pour rendre les résultats réellement comparables. C'est un point sur lequel on ne saurait trop insister.

PRINCIPES IMMÉDIATS dosés.	MAÏS DES TROIS-CROIX			MAÏS DE M. CHAMPION		MAÏS DE M. GALERY		TRÈFLE DES TROIS-CROIX	
	avant fermentation.	fermenté en flacon.	fermenté et envahi par les moisissures.	avant fermentation.	fermenté en silo.	avant fermentation.	fermenté en silo.	avant fermentation.	fermenté en flacon.
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	N° 7.	N° 8.	N° 9.
Eau et matières volatiles à 100°.....	79,120	82,377	85,740	80,788	83,470	79,270	83,470	76,420	77,480
Matières azotées...	2,465	2,279	1,945	2,741	1,548	1,958	1,672	4,810	4,311
Ammoniaque.....	0,021	0,024	0,012	0,032	0,047	0,023	0,024	0,026	0,085
Glucose.....	2,064	0,146	0,430	2,089	0,264	1,832	0,714	0,474	0,458
Sucre.....	0,983	0,064	0,174	0,816	0,138	1,084	0,310	0,457	0,308
Amidon.....	4,302	3,945	2,374	3,219	3,184	3,089	2,845	4,230	1,477
Matières pectiques.	0,344	0,182	0,119	0,495	0,204	0,410	0,073	1,303	0,509
Cellulose.....	6,337	6,064	4,959	5,033	4,459	4,644	4,547	8,015	7,296
Matières grasses....	0,099	0,153	0,063	0,121	0,210	0,110	0,255	0,241	0,377

Les procédés de dosage employés sont connus de tous les expérimentateurs. Ils ont été appliqués dans les mêmes conditions aux divers échantillons.

Nous donnerons d'abord la composition en centièmes qui se rapporte à la matière prise dans l'état même où elle se trouvait, soit au moment de l'ensilage ou de la mise en flacon, soit à la sortie des silos ou des appareils. Nous rappellerons que les résultats que nous donnons ne représentent pas la composition moyenne des maïs ensilés en général, mais celle d'échantillons préparés d'une manière spéciale, principalement en ce qui concerne le maïs des Trois-Croix.

De la comparaison des nombres inscrits au Tableau précédent, on peut tirer quelques conséquences utiles :

1° La proportion des matières volatiles est plus forte dans le maïs fermenté, par conséquent le poids de la matière sèche, c'est-à-dire des substances réellement utilisables dans l'alimentation, a subi une diminution. Ce fait ne doit pas étonner, puisque la perte que l'on constate pendant la fermentation porte sur les principes immédiats qui existaient primitivement dans le fourrage; l'eau ne s'évapore qu'en quantité relativement faible; de l'alcool prend naissance : circonstances qui tendent toutes à augmenter la proportion de l'eau et celle des matières volatiles.

2° Une légère diminution s'observe dans la teneur des fourrages en matières azotées. Elle reste faible dans les conditions normales. Cependant elle paraît notable pour les échantillons n° 3 et n° 5. Mais on doit remarquer que le n° 3 a été envahi par les moisissures. Quant au n° 5, nous avons appris qu'il s'était produit, pendant sa conservation en silo, un fait déjà signalé par M. Goffart et qui est dû à un excès de pression des matériaux dont on se sert pour couvrir le maïs. Une certaine quantité de liquides était sortie de la masse du fourrage et s'était écoulée au dehors du silo. On reconnaît par là que l'on n'a pas intérêt

à exagérer une pression qui peut faire perdre une partie des matières azotées existant dans le maïs.

Une légère augmentation dans la proportion de l'ammoniaque révèle un commencement d'altération des principes albuminoïdes.

L'ammoniaque extraite des fourrages fermentés possède l'odeur des ammoniaques composées.

3° La déperdition la plus considérable porte sur ces principes immédiats qu'on est convenu de désigner sous le terme général de *glucosides*. On l'observe d'une manière constante sur les substances pectiques, puis sur la glucose et le sucre, l'amidon et la cellulose. Suivant les cas, la principale perte porte tantôt sur le groupe glucose et sucre, tantôt sur le groupe amidon et cellulose.

Pour comparer ces diverses pertes aux poids de l'alcool et du gaz acide carbonique, il est nécessaire : 1° de connaître exactement le poids de la matière fermentée avant et après fermentation ; 2° la quantité de matières volatiles contenues dans le fourrage au moment de l'ensilage et à la sortie du silo.

Lorsque ces deux données manquent, on ne se trouve plus en présence de résultats exactement comparables. Il suffit en effet de prendre les échantillons de maïs n° 1 et n° 2, alors qu'ils contiennent la même quantité d'eau et qu'ils ont été partiellement desséchés pour être analysés, et de mettre en présence leur composition.

	Maïs	
	non fermenté.	fermenté.
Eau	7,60	7,60
Matières azotées	10,91	11,95
Ammoniaque	0,091	0,128
Glucose	9,132	0,768
Sucre	4,351	0,337
Amidon	19,034	20,679
Cellulose	28,040	31,793
Matières grasses	0,440	0,800

Dans ces conditions, le maïs fermenté paraît plus riche en matières azotées, en amidon et en cellulose que le maïs frais, alors que réellement il y a eu perte en ces divers principes comme pour le sucre et le glucose. On s'explique facilement ce fait en remarquant que le poids de la matière sèche contenue dans le fourrage, à l'état naturel, varie entre 15 et 20 pour 100, et que les échantillons analysés sont presque secs. Lorsqu'on calcule la composition du fourrage à l'état naturel, une différence de 1 pour 100 seulement dans le taux de l'humidité ou dans le poids de matière sèche contenue dans les 100^{kg} produit une erreur relative de 6 à 7 pour 100 sur chacun des nombres calculés.

Dans les ensilages en grand, il est presque impossible de déterminer la perte de matières survenue pendant la fermentation. On les trouve dans de meilleures conditions lorsque la fermentation se produit à l'abri de l'air, dans les flacons semblables à ceux que nous avons employés pour le maïs et le trèfle. Dans ce dernier cas, on évite les transformations irrégulières et on peut calculer la composition du fourrage fermenté en prenant pour point de départ un poids initial. C'est ce que nous avons fait pour les maïs n° 1 et n° 2 et pour le trèfle.

PRINCIPES IMMÉDIATS dosés.	MAÏS avant fermentation.	MAÏS fermenté.	MAÏS Perte.	TRÈFLE avant fermentation.	TRÈFLE fermenté.	TRÈFLE Perte.
	N° 1.	N° 2.		N° 8.	N° 9.	
Acide carbonique dégagé.		2,18			1,42	
Eau et matières volatiles à 100°	79,120	80,58		76,420	76,380	
Sur lesquelles, alcool		1,342				
Matières azotées	2,465	2,232	0,233	4,810	4,249	0,561
Ammoniaque	0,021	0,024		0,026	0,083	
Glucose	2,064	0,143	1,921	0,474	0,452	0,022
Sucre	0,983	0,063	0,920	0,457	0,304	0,153
Amidon	4,302	3,863	0,439	4,230	1,456	2,774
Matières pectiques	0,344	0,178	0,166	1,303	0,501	0,802
Cellulose	6,337	5,939	0,398	8,015	7,191	0,824
Matières grasses	0,099	0,149		0,241	0,372	
Perte totale			4,077			5,136

Pour les échantillons n° 1 et n° 2, sur un poids de fourrage vert de 100^{kg}, ce qui correspond à un poids de $20^{kg},88$ de matières sèches utilisables, il se fait une déperdition de $3^{kg}, 844$ sur les matières hydrocarbonées, et si l'on tient compte des principes protéiques, elle dépasse 4^{kg}, soit environ $\frac{1}{5}$ de la masse alimentaire totale. Il en est à peu près de même pour le trèfle.

Seulement, comme l'a déjà fait remarquer M. Grandeau, la perte portant principalement sur les principes hydrocarbonés, cette fermentation en silo a pour effet d'élever la valeur du rapport du poids de la protéine à celui des glucosides et du ligneux, et d'augmenter la digestibilité du fourrage. On perd une partie des principes nutritifs les moins précieux, mais le résidu est plus complètement utilisable.

La perte de glucosides ($3^{kg},844$) est notablement supé-

rieure au double du poids de l'alcool produit ($1^{kg},342$); il n'en serait pas de même dans une fermentation alcoolique ordinaire.

De plus, la perte en sucre et en glucose s'élève seulement à $2^{kg},831$; il est donc certain que l'amidon et la cellulose ont pris part à ces transformations. Ce résultat ressort bien plus nettement encore de la comparaison des analyses de trèfle; on voit en effet les diminutions dans les proportions de sucre et de glucose former ensemble un poids de $0^{gr},175$, qui ne représente que les $\frac{12}{100}$ de celui de l'acide carbonique dégagé.

Ces faits sont conformes à ceux que j'ai observés dans des expériences effectuées sur des fruits, en commun avec M. Bellamy.

Dans ces fermentations cellulaires, l'amidon et la cellulose se transforment en glucose, pour subir ensuite les mêmes modifications que ce dernier principe. Dans de semblables phénomènes, on ne saurait se contenter de comparer aux poids de l'alcool et de l'acide carbonique celui de la matière sucrée disparue. Il peut arriver, en effet, que, dans un fruit vert non parvenu à maturité, la proportion de sucre soit, après fermentation, supérieure à celle que le végétal contenait auparavant.

Des poires Belle-Bruxelles, cueillies le 1er juillet 1874, ont été mises en flacon au nombre de quatre. Elles pesaient ensemble $169^{gr},5$. Après cessation de tout dégagement gazeux, elles ont été pesées le 29 décembre suivant : elles avaient perdu $9^{gr},5$ de leur poids, et on avait recueilli 2274^{cc} de gaz acide carbonique, pesant $4^{gr},322$; elles contenaient $2^{gr},84$ d'alcool. La somme de ces deux derniers poids est seulement $7^{gr},152$.

Des poires identiques aux précédentes avaient été analysées le 1er juillet. La composition des poires à l'entrée et à la sortie des flacons est la suivante :

	1er juillet.	27 décembre.
Eau	82,10	87,37
Glucose	2,58	0,00
Matières pouvant se transformer en glucose par ébullition avec les acides	3,39	2,14
Ligneux	2,85	2,23

Dans le poids de poire soumis à la fermentation, il n'y avait que 4gr,36 de glucose, quantité inférieure à la somme des poids de l'acide carbonique et de l'alcool produits.

Dans ce cas particulier, tout le glucose a été détruit; il en est d'autres où il n'a pas disparu complètement, et où la perte constatée est inférieure aux poids de l'alcool et de l'acide carbonique pris ensemble.

Le 25 juin 1874, 13 petites pommes de locard encore vertes, pesant ensemble 209gr,5, ont été enfermées dans un flacon muni d'un tube abducteur se rendant sous le mercure. Le 15 juillet suivant, après dégagement de 1827cc de gaz, pesant 3gr,599, elles ont été retirées du flacon; on y a dosé l'alcool et le sucre, et on est arrivé au résultat suivant :

	Glucose.
	gr
Avant fermentation	8,275
Après fermentation	4,161
Perte de glucose	4,114
Alcool et acide carbonique ensemble	7,177

Pour des groseilles à grappe encore vertes, la proportion des matières sucrées a augmenté pendant la fermentation; d'abord égale à 0,83 pour 100, elle est devenue égale à 1,25 pour 100. Des résultats analogues aux précédents pourraient être cités pour les fruits arrivés à complète maturité.

En résumé, le poids du gaz acide carbonique produit est plus fort que celui de l'alcool; la perte en matière sucrée est tantôt supérieure, tantôt inférieure à la somme des poids de l'acide carbonique et de l'alcool. Ces différences s'expliquent par les modifications subies par l'amidon, la cellulose et les matières pectiques. En supposant que ces derniers principes immédiats se transforment en glucose et que celui-ci serve à produire seul l'alcool et l'acide carbonique qui prennent naissance, le poids des substances sucrées qui se trouvent ainsi détruites est plus élevé qu'il ne le serait dans une fermentation alcoolique ordinaire.

COMPARAISON DES PROPORTIONS DE MATIÈRES GRASSES CONTENUES DANS UN MÊME FOURRAGE AVANT ET APRÈS FERMENTATION.

Il nous reste à parler des poids de matières grasses contenus dans les fourrages fermentés et dans ceux qui ne le sont pas. Dans tous les échantillons analysés, excepté dans celui où se sont développées des moisissures, on a constaté, après fermentation, une augmentation dans la proportion des matières grasses brutes, même en tenant compte des pertes de poids subies par le fourrage. Nous avons vu combien cette dernière condition est importante quand il s'agit de formuler une conséquence rigoureuse.

Tel maïs fermenté pourrait être plus riche en matière grasse qu'il ne l'était avant d'être mis en silo, sans qu'on pût en conclure exactement à une production de matière grasse pendant la fermentation. Il est indispensable de tenir compte des pertes subies par le fourrage et des quantités d'eau qu'il contient au début et à la fin de l'ensilage.

Les nombres qui se trouvent inscrits dans les Tableaux précédents se rapportent aux matières grasses brutes qu'on obtient en épuisant par le sulfure de carbone pur le four-

rage complètement desséché. Ils ont été obtenus en inscrivant le poids du résidu de l'évaporation du sulfure de carbone. Dans ce résidu se trouvent de la cire, des matières grasses et de la chlorophylle. Or il est un fait qui ne saurait échapper à ceux qui dosent comparativement les matières grasses dans une substance végétale, avant et après fermentation. Dans ce dernier cas, les matières grasses séparées sont beaucoup plus colorées ; il en résulte qu'elles contiennent un poids plus élevé de matières étrangères.

Il nous a paru indispensable de rechercher si l'augmentation de poids du résidu était due seulement à un accroissement dans celui des impuretés. Or, les procédés de dosage des matières grasses sont incomplets ; on ne sait pas séparer la chlorophylle de la cire et des matières grasses proprement dites.

On a parlé de l'emploi du noir animal en poudre pour décolorer les matières grasses souillées par la chlorophylle ; mais cet emploi a un inconvénient grave avec lequel il faut compter.

Pour enlever la chlorophylle enlevée par le sulfure de carbone à 10^{gr} de fourrage, il faut au moins 2^{gr} de noir animal en poudre ; or cette substance ne peut séjourner au contact d'une solution de matières grasses dans le sulfure de carbone sans en retenir une proportion notable. La perte augmente avec la quantité de noir employée :

Matière grasse dissoute dans 50^{cc} de sulfure de carbone.....	^{gr} 0,119
Après contact de 2^{gr} de noir, résidu.....	0,101
» de 4 »	0,083

La perte varie avec la quantité de matière grasse ; elle augmente avec cette dernière jusqu'à un certain degré, à partir duquel elle reste constante :

Huile traitée par 2gr de noir.	Résidu.	Perte.
gr	gr	gr
0,028	0,004	0,024
0,050	0,018	0,032
0,078	0,043	0,035
0,108	0,070	0,038
0,167	0,128	0,039

Dans tous ces essais, la matière grasse était dissoute dans 50cc de sulfure de carbone; on laissait le contact subsister pendant un temps constant; on filtrait la dissolution, et on lavait le noir et le filtre avec un volume de sulfure de carbone égal à 20cc.

La perte n'est pas la même pour toutes les matières grasses. Voici les nombres qui ont été fournis par le suif :

Poids de suif.	Résidu.	Perte.
gr	gr	gr
0,036	0,010	0,026
0,068	0,029	0,039
0,112	0,060	0,052
0,200	0,140	0,060

Avec la cire, la perte est plus faible pour des poids égaux de substance traités :

Poids de cire.	Résidu.	Perte.
gr	gr	gr
0,025	0,016	0,009
0,051	0,034	0,017
0,106	0,072	0,034
0,151	0,112	0,039
0,206	0,156	0,050

Il est certain que l'état physique du noir, son degré de finesse, la température à laquelle il a été calciné ne seront pas sans influence sur le résultat.

On ne saurait donc, sans des précautions spéciales, employer du noir pour décolorer une solution contenant de petites quantités de matières grasses. Si l'on avait à traiter

par le sulfure de carbone une graine oléagineuse, ou toute autre matière riche en huile, la perte serait négligeable; mais il n'en est pas de même quand le poids de matière grasse que l'on doit peser ne dépasse pas un petit nombre de décigrammes; l'erreur relative devient trop forte. D'un autre côté, on ne peut méconnaître que pour les fourrages verts de la nature du maïs et du trèfle les matières étrangères, chlorophylle et autres, ne se trouvent en proportion notable dans le résidu de l'évaporation du sulfure de carbone.

Pour chercher à améliorer les résultats obtenus, nous avons préparé un échantillon de noir homogène et nous avons mesuré l'action d'un poids constant de ce noir (2^{gr}) sur diverses matières, huile, suif et cire. C'est ainsi que nous avons obtenu les résultats précédemment cités.

A l'aide de ces nombres, nous avons établi des formules qui permettent de remonter, du poids obtenu pour le résidu, au poids de la matière grasse sur laquelle on a fait agir le noir. Ces formules ne peuvent être employées que dans les limites mêmes des nombres qui ont servi à en calculer les coefficients.

En désignant par y le poids de la matière grasse traitée, par a le résidu provenant de l'action de 2^{gr} de noir, on arrive aux formules suivantes :

N° 1 pour l'huile.... $y = 22,14 + 1,48\,a - 0,0041\,a^2$
N° 2 pour le suif.... $y = 18,08 + 1,83\,a - 0,0038\,a^2$
N° 3 pour la cire.... $y = 1,71\,a - 0,0023\,a^2$.

Ceci fait, nous avons épuisé, par le sulfure de carbone, 10^{gr} de chacun des échantillons de fourrage; la solution a été évaporée. Le résidu, pesé après dessiccation, a été redissous dans 50^{cc} de sulfure de carbone; on a traité la solution par 2^{gr} de noir dans les mêmes conditions que les essais primitifs. La solution décolorée a été filtrée et, après lavage du noir et du filtre avec 20^{cc} de sulfure de carbone,

on a fait évaporer la liqueur et pesé le nouveau résidu obtenu. Dans tous les cas, la perte surpassait celle qu'on aurait observée sur un poids égal de matière grasse pure.

En appliquant les formules précédentes aux résultats de ces doubles essais, chacune d'elles conduisait, comme on devait s'y attendre, à des nombres différents. Seulement, on pouvait ainsi juger des limites extrêmes entre lesquelles devaient se placer les nombres réels, en supposant que l'on se trouvât en présence de mélanges de diverses matières grasses, de cire et chlorophylle. Voici les indications auxquelles conduisent ces formules :

DÉSIGNATION des fourrages.	RÉSIDU primitif.	RÉSIDU après action du noir.	NOMBRES CALCULÉS par la formule.		
			N° 1.	N° 2.	N° 3.
	mgr	mgr			
Maïs des Trois-Croix non fermenté.....	44,0	13,0	40,7	41,2	22,0
» fermenté.....	77,0	25,0	56,6	61,4	41,3
Maïs de M. Champion....	58,0	16,5	45,5	47,2	27,6
» fermenté.....	113,0	41,0	75,9	86,7	66,2
Maïs de M. Galery.....	49,0	15,0	43,6	44,7	25,2
» fermenté.....	140,0	59,0	95,2	112,9	93,0
Trèfle des Trois-Croix.....	97,5	44,0	79,3	91,1	70,8
» fermenté.....	144,0	72,0	107,4	130,0	111,2

Quelles que soient les variations existant d'une colonne à l'autre, on peut constater ces résultats constants, savoir: 1° les matières grasses brutes subissent une diminution beaucoup plus forte pour les fourrages fermentés que pour les autres ; 2° malgré cette diminution plus forte, l'application des trois formules donne, pour les fourrages ensilés, un poids de matières grasses plus élevé.

En présence de ces résultats, il devenait nécessaire d'extraire du maïs une certaine quantité de matières grasses et de mesurer l'action du même noir sur ces substances préa-

lablement décolorées. Nous avons été ainsi conduits à la formule suivante :

$$y = 2,003\,a - 0,005\,a^2.$$

Nous l'avons appliquée aux poids de résidus déjà trouvés. Voici les résultats du calcul :

DÉSIGNATION des fourrages.	RÉSIDU primitif.	RÉSIDU après action du noir.	POIDS réel.	MATIÈRES étrangères.
	mgr	mgr	mgr	mgr
Maïs des Trois-Croix.....	44,0	13,0	25,2	19,8
» fermenté.....	77,0	25,0	47,0	30,0
Maïs de M. Champion....	58,0	16,5	32,1	26,9
» fermenté.....	113,0	41,0	73,6	39,4
Maïs de M. Galery.....	49,0	15,0	29,0	20,0
» fermenté..	14,0	59,0	101,0	39,0
Trèfle des Trois-Croix...	97,5	44,0	78,3	19,2
» fermenté.....	144,0	72,0	118,0	26,0

Ces résultats, qui ne présentent rien d'anormal, sont intermédiaires entre ceux que fourniraient séparément le suif et la cire. Ils conduisent pour chacun des échantillons aux proportions suivantes de matières grasses :

DÉSIGNATION DES ÉCHANTILLONS.	PROPORTION POUR 100	
	de matières grasses brutes.	de matières grasses purifiées.
Maïs des Trois-Croix.....	0,099	0,057
» fermenté.....	0,149	0,091
Maïs de M. Champion.....	0,121	0,060
» fermenté.....	0,210	0,137
Maïs de M. Galery..	0,110	0,062
» fermenté..... .	0,255	0,184
Trèfle des Trois-Croix..... .	0,241	0,201
» fermenté	0,372	0,305

Quelque faibles que soient, en valeur absolue, les proportions de matières grasses ainsi réduites, les différences précédemment constatées se maintiennent, et le fourrage fermenté donne à l'analyse un résultat plus élevé que celui qu'on obtient avec le même fourrage pris à l'état naturel.

Cette question a une importance spéciale au point de vue des transformations dont les cellules végétales sont le siège. Aussi avons-nous cru devoir vérifier ces premiers résultats sur des végétaux différents. Nous avons choisi le colza, plante oléagineuse, et nous avons opéré sur la graine en la prenant au moment où l'on coupe la plante pour lui laisser achever en tas sa maturation.

Le 28 juin 1880, nous avons introduit dans un flacon 300^{gr} de graines que nous avons extraites des siliques. D'abord vertes, elles avaient pris pour la plupart, après douze heures d'exposition à l'air, une teinte brune. Le flacon a été muni d'un tube de verre et fermé hermétiquement. Le dégagement de gaz s'est effectué immédiatement et a continué jusqu'au 7 octobre, date à laquelle le flacon a été ouvert. Les graines, dont la surface était sèche au moment de leur introduction dans le flacon, étaient complètement mouillées, au point d'être adhérentes entre elles et aux parois du flacon. La perte de poids pendant la fermentation s'est élevée à 3^{gr},35.

On a déterminé la proportion d'eau contenue dans la graine au moment de la fermeture et de l'ouverture du flacon :

	Matière sèche.
28 juin, graine non fermentée.....	55,26 p. 100
7 octobre, graine fermentée.....	64,01 »

En tenant compte de la perte de poids par fermentation, on trouve que 100^{gr} de matière mise en flacon contenaient à sa sortie 53^{gr},407 de matière sèche.

Les proportions de matières grasses trouvées sont les suivantes :

	Graine	
	sèche.	à l'état naturel.
Avant fermentation....	43,40 p. 100	23,98 p. 100
Après fermentation....	45,92 »	24,53 »

Le dosage a été effectué sur 5gr de graine. L'huile obtenue avait une coloration vert brunâtre.

En résumé, les matières grasses, loin d'être détruites pendant la fermentation cellulaire et la conservation des fourrages en silo, comme le sont les principes sucrés et amylacés, se conservent intactes et même subissent un accroissement. L'augmentation est faible, puisqu'elle varie de 0gr,34 à 5gr,5 par kilogramme de substance végétale; mais on l'observe dans tous les cas. Les matières grasses dont il est ici question sont constituées par le mélange de substances diverses que les fourrages abandonnent au sulfure de carbone et on ne saurait dire si ces mélanges ont la même constitution avant et après fermentation.

Nous croyons donc utile de continuer et d'étendre ces expériences, en prenant toutes les précautions indispensables à une démonstration rigoureuse.

Dans une fermentation alcoolique ordinaire, des cellules végétales se développent aux dépens des matériaux de la liqueur fermentescible. Il y a destruction de sucre, production d'acide carbonique et d'alcool, et en même temps, il se forme de la matière grasse comme dans tous les phénomènes de végétation. Dans le cas de la fermentation cellulaire, la matière grasse produite apparaît comme le résidu de la combustion qui s'effectue dans les cellules, combustion qui s'opère à l'abri de l'air, à l'aide de dédoublements que nous ne connaissons pas encore et aux dépens de l'oxygène des matières sucrées et amylacées. Il n'y a pas production

de cellules végétales nouvelles comme dans une fermentation alcoolique normale. Cependant ces transformations ne seraient-elles pas la continuation de celles qui s'opèrent normalement dans les végétaux pendant leur vie aérienne?

SUR L'OPPORTUNITÉ DE FAIRE INTERVENIR,

DANS QUELQUES CIRCONSTANCES,

L'ARSENIC DANS LE CHAULAGE DES GRAINS.

On se souviendra en Alsace des dégâts occasionnés par les campagnols pendant l'année 1854; dans l'arrondissement de Wissembourg, les pertes ont été évaluées à plus de 800000fr. Les labours détruisirent une quantité prodigieuse de ces animaux; néanmoins, en automne, les terres ameublies par la charrue en renfermant encore assez pour donner de sérieuses inquiétudes au moment des semailles, je fus consulté pour savoir s'il ne conviendrait pas de les faire périr par le poison. L'utilité d'empoisonner les campagnols, afin de préserver la semence, me parut ne devoir être admise qu'autant que le blé n'acquerrait pas une propriété toxique par le chaulage le plus généralement usité dans le pays. Les substances dont on fait usage pour chauler les grains sont: la chaux, qui a donné son nom à l'opération, les cendres de bois, le purin des fosses à fumier, le sel marin, l'alun, le sulfate de soude, le sulfate de cuivre, le vert-de-gris, l'acide arsénieux, vulgairement l'arsenic, les sulfures d'arsenic. Chacune de ces substances remplit le but qu'on se propose en chaulant, celui de protéger les récoltes contre la carie; quant au mode d'application, il dépend naturellement des propriétés des matières employées. Ainsi, quand ces matières sont très peu solubles, on les répand en poudre sur le blé dont la surface est convenablement humectée; on

fait pénétrer dans le grain, par voie d'imbibition, celles que l'eau dissout en proportion notable. Assez souvent on associe les substances propres au chaulage. Suivant Marshall, les fermiers du Norfolk humectent la semence avec une dissolution de sel marin, avant de la saupoudrer avec de la chaux ; c'est le procédé préconisé par Mathieu de Dombasle, avec cette simple différence, la substitution du chlorure de sodium au sulfate de soude.

A l'exception du sulfate de fer, les agents utilisés dans le chaulage sont tous vénéneux. La chaux même a une certaine action toxique, mais il ne faut pas perdre de vue qu'une fois appliquée elle perd très rapidement sa causticité par suite de son union avec l'acide carbonique de l'atmosphère, et que bientôt ce n'est plus l'hydrate de chaux, mais un carbonate entièrement inactif, dont le grain chaulé est revêtu.

Malgré tous les efforts faits jusqu'à présent pour proscrire l'arsenic des opérations de chaulage, les cultivateurs, dans plusieurs contrées, ont continué à en faire usage en dépit des entraves mises au débit de ce poison. Depuis que notre agriculture de l'Est a eu à souffrir par les campagnols, je comprends mieux cette persistance. En définitive, le chaulage doit avoir deux buts : l'un, de préserver la récolte de la carie, l'autre, de la soustraire à la voracité des animaux nuisibles, et si la semence traitée par le sel marin, par le sulfate de soude, par la chaux, est convenablement préparée pour empêcher le développement des cryptogames parasites, elle ne l'est certainement pas pour échapper à l'attaque des rats, des souris ou des campagnols ; il y a plutôt lieu de croire que par le fait elle se trouve assaisonnée de manière à surexciter leur appétit.

Le *chaulage* par le sulfate de cuivre, recommandé en 1807 par B. Prevôt comme l'un des plus puissants préservatifs de la carie, semblerait devoir satisfaire à toutes les exigences, car ce sel est vénéneux, bien qu'à un moindre

degré que l'arsenic ; il offre d'ailleurs peu de danger dans son emploi à cause de sa couleur et de la forte saveur de sa dissolution. Le chaulage par le *vitriol de cuivre* prend chaque année de l'extension ; on le pratique en Alsace depuis longtemps, de sorte que, pour répondre à la question que l'on avait posée, il s'agissait simplement de constater si le blé traité par le sel de cuivre empoisonnait les campagnols.

Je rappellerai comment on *chaule* avec le sulfate de cuivre. J. Sainclair prescrit 100^{gr} de sulfate dissous dans 11^{lit} d'eau pour 1^{hlit} de grains. Le blé est placé dans un baquet avec la dissolution, à laquelle on ajoute assez d'eau pour qu'il soit recouvert d'une couche de liquide de $0^{m},12$ à $0^{m},15$ d'épaisseur.

On brasse et, après avoir enlevé les grains surnageant, on met égoutter dans des paniers, qui, une heure après, sont plongés un instant dans de l'eau fraîche. Après avoir fait égoutter le grain une seconde fois, on le sèche en l'étendant sur une aire.

Expérience n° 1. — Du froment préparé pour semaille par le sulfate de cuivre, en se conformant aux prescriptions indiquées ci-dessus, a été donné à discrétion à des souris et à des campagnols qui en ont mangé pendant plusieurs jours sans en éprouver le moindre inconvénient. Ce blé ne possédait donc pas de propriété vénéneuse, et loin de concourir à la destruction des animaux nuisibles, il leur servait de nourriture. L'innocuité du grain provenait sans aucun doute de la faiblesse de la dose de sel de cuivre introduite.

Expérience n° 2. — J'ai cru devoir augmenter la proportion de sulfate, en faisant en sorte, pour la précision du résultat, que la proportion assignée, 125^{gr} pour 1^{hlit} de grain, fût complètement absorbée.

Pour faire pénétrer en totalité le sulfate qu'on voulait introduire, il fallait d'abord déterminer l'eau qu'un volume

de grain pouvait prendre ; il était d'ailleurs utile de connaître le résultat de cette détermination pour tous les cas où il s'agirait de *chauler* avec une substance soluble.

$0^{lit},1$ de blé, pesant 70^{gr}, a été mis dans un vase de verre avec 64^{cc} d'eau ; une heure après le blé a été jeté sur une passoire.

Eau.	64^{cc}
Il s'est écoulé.....	48
Différence, ou eau restée dans le blé.	16

L'eau écoulée et le blé ont été réunis. Une heure après on a jeté de nouveau sur la passoire.

Il est sorti, eau.....	46^{cc}
Auparavant on avait eu, eau.....	48
Différence, ou eau absorbée.....	2

On voit que c'est surtout dans la première heure de l'immersion que l'eau a été fixée par le blé ; 1^{lit} de grain prend donc en une heure, soit en absorbant, soit en se mouillant, 160^{cc} de ce liquide. Lorsque le *trempage* ne doit pas durer plus d'une heure, il convient d'employer au plus 16^{lit} d'eau par hectolitre de blé à *chauler*, quand on ne veut pas qu'il reste du liquide après l'immersion, comme cela doit être si l'on veut faire pénétrer dans le grain la totalité de la substance dissoute.

D'après ce qui précède, *pour chauler* le blé, à raison de 125^{gr} de sulfate de cuivre par hectolitre, on a dissous $0^{gr},125$ de sel dans 160^{cc} d'eau, puis l'on a versé la dissolution sur 1^{lit} de blé ; lorsque le liquide a été absorbé, le grain a été séché à l'air ; son épisperme avait une nuance verdâtre extrêmement faible. Déposé sur du sable humide, le blé a germé tout aussi rapidement que s'il n'eût pas été traité par le sulfate de cuivre.

On a donné de ce blé à une souris placée sous une grande cloche en verre munie de deux tubulures latérales

et d'une tubulure à la partie supérieure, pour favoriser le renouvellement de l'air. Sa cloche recouvrait un plat en porcelaine sur lequel on mettait comme litière du papier buvard.

Pour boisson on a toujours mis des racines très aqueuses.

La souris a mangé pendant trois jours du blé préparé au sulfate de cuivre sans en éprouver le moindre mal, ce que j'attribuai à cette circonstance que la souris pèle toujours le grain dont elle se nourrit, et, comme le sulfate paraît principalement fixé dans l'épisperme, elle échappe à l'action délétère de ce sel.

Expérience n° 3. — J'ai porté la proportion de sulfate de cuivre à 500^{gr} par hectolitre de blé, en faisant prendre à $0^{lit},1$ de grain 16^{cc} d'une dissolution renfermant 5^{gr} de sulfate.

Après dessiccation, la pellicule du blé avait une teinte verte assez prononcée. Le blé employé dans ces recherches contenait par décilitre 2071 grains ; le sulfate de cuivre cristallisé renferme 64 pour 100 de sulfate anhydre ; dans chacun des grains il entrait donc $0^{gr},024$ de sulfate cristallisé, ou $0^{gr},154$ de sulfate sec.

Une souris mise sous la cloche a mangé, en les pelant, 70 grains de blé sans paraître en souffrir, du moins elle elle est parvenue à s'échapper et s'est enfuie avec une grande rapidité.

Expérience n° 4. — A une autre souris, placée sous la cloche, on a donné du même blé, et, comme boisson, 1^{cc} de navet, représentant à peu près 1^{gr} d'eau. La souris a mangé avec appétit ; de temps à autre elle grignotait le morceau de navet, représentant à peu près 1^{gr} d'eau. En trois jours elle a consommé 500 grains de blé, dans lesquels il devait y avoir $0^{gr},077$ de sulfate de cuivre sec ; néanmoins elle avait conservé toute sa vivacité. Le son qu'elle laissa était en pellicule, dans lesquelles, vraisem-

blablement, devait se trouver la plus grande partie du sel de cuivre.

Expérience n° 5. — Il paraissait évident que les souris avaient échappé à l'action du poison par l'instinct qui les porte à peler les graines des céréales, instinct que n'ont pas les campagnols ; il y avait donc lieu de croire que ces derniers ne supporteraient pas le régime auquel la souris avait été mise dans l'expérience précédente.

Un campagnol a été placé sous la cloche avec 1^{cc} de navet. On lui a jeté d'abord une douzaine de grains de blé non chaulé qu'il a dévorés entièrement avec sa voracité accoutumée, et sans laisser le moindre fragment de son. Ensuite on lui a présenté du blé préparé par le sulfate de cuivre, et, à ma grande surprise, contre ses habitudes, il a mangé en rejètant l'épisperme exactement à la manière des souris; aussi a-t-il pu, en trois jours, prendre sans inconvénients 300 grains de blé préparé, dans lequel il y avait $0^{gr},046$ de cuivre anhydre.

Expérience n° 6. — Un autre campagnol, auquel on avait donné 320 grains du même blé, préparé avec le sulfate de cuivre, a épluché, concassé chaque grain, en rejetant les fragments aussitôt après les avoir goûtés. Le campagnol mourut le troisième jour, mais il serait difficile de dire s'il a succombé par le poison ou par la privation de nourriture, car la plus grande partie de l'aliment était restée sous la clochee.

Au point de vue de la question à laquelle ces expériences doivent répondre, il est clair que le chaulage par le sulfate de cuivre n'offre pas la moindre garantie aux récoltes contre la destruction par les animaux nuisibles. On a pu remarquer, en effet, qu'en employant le sulfate à très faible dose, les souris, comme les campagnols, mangent impunément le blé préparé. Quand le sel de cuivre est ajouté en plus grande proportion, comme il ne semble pas pénétrer au delà de l'épisperme, ces animaux échappent

encore à son action en pelant le grain; et en supposant même, ce qui est fort contestable, que le campagnol soit mort empoisonné, on ne retirerait aucune utilité de ce chaulage, par la raison que le blé ne germe plus convenablement lorsqu'on lui administre le sulfate de cuivre à raison de 500^{gr} par hectolitre.

Expérience 7. — J'ai eu plusieurs fois l'occasion de constater qu'un campagnol du poids de 12^{gr} à 14^{gr} ne supporte guère plus de trente heures de privation de nourriture. J'ai cru aussi devoir rechercher ce qu'il consommait de blé dans un jour, cette notion pouvant avoir un certain intérêt.

A un campagnol mis sous la cloche, on a donné successivement, et de manière qu'il ne manquât jamais d'aliments, 940 grains de blé et 3^{cc} de navet pour servir de boisson. Cinq jours étant écoulés, on a retrouvé 300 grains de froment; l'animal en avait consommé 640 grains sans en détacher l'épiderme, soit pour vingt-quatre heures 128 grains. Comme dans 1^{lit} de ce blé il rentrait 20710 grains, on arrive à cette conséquence que ce litre de froment nourrirait pendant un jour 162 campagnols; 1000 de ces animaux, s'ils ne prenaient pas d'autre nourriture, en mangeraient 6^{lit} dans un jour. Or, comme, dans leur invasion semblable à celle que nous avons subie en 1854, il y avait des champs infestés de plus d'un million de campagnols sur un hectare, on conçoit jusqu'où peut aller le dégât, surtout si j'ajoute que le campagnol ne mange pas seulement du grain, mais qu'il est encore dans ses habitudes de faire de fortes réserves pour l'hiver.

Expérience 8. — Contrairement à ce que j'avais présumé, le blé préparé avec le sulfate de cuivre n'agissant pas comme poison sur les souris et les campagnols, il y avait lieu de rechercher quelles seraient les propriétés toxiques du grain avec le concours de l'arsenic.

Le chaulage proprement dit, celui où la chaux intervient

seule pour ôter la vitalité aux sporules des cryptogames dont on redoute et dont on veut empêcher le développement, est pratiqué en humectant le grain de manière à faire adhérer la chaux avec laquelle on le saupoudre. 11^{lit} à 12^{lit} d'eau suffisent pour mouiller convenablement 1^{hlit} de froment, sur lequel on répand environ 2^{kg} de chaux récemment éteinte. Ainsi préparée, et en quelque sorte pralinée, la semence produit une récolte ordinairement exempte d'épis attaqués par la carie, mais qui néanmoins pourra être faible si une partie du grain ensemencé a été dévorée par la vermine du sol.

En associant l'arsenic soit à la chaux, soit aux cendres de bois, au purin, on ajoute sans doute fort peu à la puissance dont sont douées ces différentes substances pour combattre la carie ; mais, par cette association, on leur communique certainement le pouvoir de protéger la semence contre la voracité des animaux nuisibles.

1^{lit} de blé a été humecté avec 0^{lit},1 d'eau, puis saupoudré avec

Chaux.....	20^{gr}
Acide arsénieux....	2^{gr}

L'acide arsénieux avait été mélangé à la chaux éteinte. Le blé chaulé, séché à l'air, a très bien germé.

Une souris a été mise sous la cloche, à une heure, avec 1^{cc} de carotte et 16 grains de blé préparé qu'elle a mangé en les épluchant à la manière des écureuils, c'est-à-dire en saisissant et soulevant la nourriture avec les deux pattes qu'elle frottait l'une contre l'autre après avoir mangé, et qu'elle léchait fréquemment.

On a mis successivement sous la cloche 100 grains de blé. A cinq heures la souris semblait avoir perdu de sa vivacité. Le lendemain, à 8^{h} du matin, on la trouva assoupie, bientôt elle se mit à manger et de temps en temps elle mordait dans le morceau de carotte qu'on lui avait

donné comme boisson ; à partir de 11^h elle n'a plus pris de nourriture ; à 4^h elle se soutenait à peine, et mourut à 5^h.

On a retrouvé.....	44	grains de blé.
On en avait donné...	100	»
Grains consommés..	56	»

Comme dans le litre de blé il y avait 20710 grains, les 2^{gr} d'arsenic ajoutés à la chaux se trouvaient répartis de telle manière que chacun de ces grains en contenait à peu près $0^{mgr},1$. Les 56 grains consommés devaient donc en enfermer $5^{mgr},6$; mais, si l'on considère que ce poison adhérait à la surface du blé, on en conclura que l'animal, en pelant le grain, n'en a pris qu'une dose bien inférieure. Ce que cette expérience établit, c'est que 56 grains de blé chaulé, avec addition d'arsenic dans la proportion indiquée ci-dessus, ont donné la mort à une souris.

Expérience 9. — On a répété l'expérience précédente en remplaçant la souris par un campagnol, qui, mangeant le blé sans l'éplucher, devait être empoisonné avec un nombre de grains plus limité.

A midi un campagnol mis sous la cloche, où il y avait 1^{cc} de navet, 40 grains du blé préparé, a mangé avec avidité, et, suivant ses habitudes, sans séparer l'épisperme des grains chaulés. A 5^h, l'animal ressentit les effets du poison ; il mourut dans la nuit. Il restait 5 grains de blé : 35 grains contenant $3^{mgr},5$ d'arsenic avaient suffi pour produire l'empoisonnement.

Expérience 10. — On devait rendre le blé plus vénéneux en faisant pénétrer l'acide arsénieux plus avant dans l'intérieur du grain. Le peu de solubilité de cet acide m'a décidé à faire usage de l'arsénite de soude, sel très soluble, facile à préparer sous la forme d'une liqueur titrée qui permet de déterminer très rapidement la quantité d'arsenic qu'il s'agit de porter dans le blé.

100^{gr} d'acide arsénieux en poudre très fine ont été traités à chaud par l'eau contenant de la soude caustique. Après le refroidissement on a filtré et l'on a pesé l'acide que la liqueur alcaline n'avait pas dissous.

	gr
Acide arsénieux employé.....	100,0
Acide non dissous.....	42,6
Acide dissous.....	57,4

Par une addition d'eau distillée à la dissolution, on a préparé 1^{lit} de liquide contenant, à l'état d'arsénite de soude, les $57^{gr},4$ d'acide arsénieux, et dont, par conséquent, 1^{cc} en représentait $0^{gr},057$. On a fait absorber à $0^{gr},1$ de blé 12^{cc} d'eau aditionnée de $3^{cc},5$ de la liqueur arsénicale titrée, soit $0^{gr},2$ d'acide arsénieux, et, puisque dans le décilitre on comptait 2071 grains de froment, chacun de ces grains était porteur de $0^{mgr},1$ d'arsenic, à l'état d'arsénite de soude.

Un campagnol fut mis sous cloche à 5^{h} du soir, avec 1^{cc} de carotte et 30 grains du blé préparé; il mangea de suite 10 grains, et après mordit dans la carotte. Ensuite il ne prit plus de nourriture. Cependant le campagnol conserva toute sa vivacité jusqu'à 7^{h} du soir, où les symptômes de l'empoisonnement se manifestèrent.

L'animal mourut dans la nuit ayant laissé intacts 30 grains de blé. Ainsi 10 grains, dans lesquels il devait y avoir $0^{mgr},1$ d'acide arsénieux déterminèrent la mort.

Expérience 11. — A 8^{h} du matin, un campagnol a été mis en expérience avec 1^{cc} de navet et 40 grains du blé préparé employé précédemment. Après avoir mangé 8 des grains de blé et la moitié de la racine donnée comme boisson, le campagnol ne touche plus aux aliments; à 8^{h} du soir, il était mort. Dans les 8 grains de blé consommés il y avait $0^{mgr},8$ d'acide arsénieux.

Les expériences 10 et 11 semblent indiquer que l'acide

arsénieux uni à la soude a une propriété toxique plus prononcée qu'à l'état libre. On a vu, par exemple, dans l'expérience n° 9, qu'avec un blé préparé en employant un mélange de chaux éteinte et d'arsenic, il a fallu $3^{mgr},5$ d'acide arsénieux adhérant à 35 grains de semence pour tuer un campagnol. Or, on vient de voir que le quart environ de cette quantité a suffi pour produire le même effet lorsque l'acide arsénieux était donné à l'état d'arsénite de soude. Il faut, toutefois, tenir compte de cette circonstance que, dans le chaulage par un mélange d'hydrate de chaux et d'acide arsénieux, il doit se former de l'arsénite de chaux, sel insoluble et, à cause de cette propriété, probablement moins actif comme poison que l'arsénite de soude, doué d'une grande solubilité.

L'arsénite de soude possède une réaction alcaline; à ce titre, il est extrêmement probable que, seul, ce sel agirait efficacement contre le développement de la carie, et, comme il est toxique à un très haut degré, il permettrait d'atteindre les deux buts qu'on doit se proposer dans le chaulage : préserver la récolte de l'invasion des cryptogames et la semence de l'attaque des animaux nuisibles.

L'emploi d'une liqueur titrée d'arsénite de soude donnerait d'ailleurs à l'opération du *chaulage* une précision qu'elle est bien loin d'avoir aujourd'hui, quelle que soit la nature des substances dont on dispose, car une fois qu'on aurait fixé par un essai préliminaire la quantité d'eau que la semaille *boit,* sans cependant devenir trop humide, il suffirait d'introduire dans cette eau la proportion d'arsénite alcalin jugée convenable. Ainsi, pour *chauler* de façon à porter à 200^{gr} l'arsenic à faire pénétrer dans 1^{hlit} du blé qui a servi à ces expériences, en faisant usage d'une liqueur arsénicale semblable à celle dont j'ai donné la préparation, il conviendrait de procéder ainsi qu'il suit. Comme je sais qu'en une heure 1^{hlit} de ce blé boit 16^{lit} d'eau et que 1^{lit} de liqueur arsénicale titrée ren-

ferme 57^{gr} d'acide arsénieux (arsenic), je composerai un liquide avec

	lit
Liqueur arsénicale.....	3,5
Eau.....	12,5
	16,0

Le blé étant mis dans un cuvier, on ferait arriver peu à peu les 16^{lit} d'eau, en agitant continuellement le grain. Une heure après on étendrait pour faire sécher. Ce serait là un *chaulage* fortement arsénical, puisque par hectolitre de froment on aurait ajouté, en liqueur arsénicale, l'équivalent de 200^{gr} d'arsenic ; mais, si on le jugeait suffisant, on pourrait en ajouter 100^{gr} seulement et moins encore, ce qui serait toujours facile tant qu'on connaîtrait le titre de la liqueur arsénicale, c'est-à-dire ce que cette liqueur contiendrait d'arsenic dans 1^{lit}.

On a prétendu que pour mettre les graines à semer à l'abri de l'attaque des animaux il suffisait de leur communiquer une forte amertume, en les faisant tremper pendant quelque temps dans certaines décoctions de végétaux, telles que celles de coloquinte, d'ellébore blanc, d'absinthe et, mieux encore, dans des décoctions ayant à la fois la saveur désagréable et la propriété vénéneuse, comme une infusion de noix vomique, etc. A mon avis, en employant ces moyens, on manque le but principal, je dirais même le but unique qu'on se propose : la destruction de la vermine nuisible aux semailles, car il est plus que douteux que ces substances amères aient la faculté de préserver les récoltes de la carie ; sans doute, les campagnols, les souris, les mulots, ne toucheront pas aux grains de blé ou aux grains de maïs imprégnés de semblables substances, mais la semaille ne sera réellement garantie de leurs attaques que pendant quelques jours seulement, puisque bientôt la germination aura lieu, et les radicelles comme les tigelles, dans lesquelles le principe vénéneux

ou rapide ne parviendra certainement pas, serviront d'aliment à ces rongeurs. Il faut, selon moi, que la graine semée puisse être mangée et qu'elle tue; il faut qu'elle soit à la fois un appât et un poison.

Recherchons maintenant ce que l'on perd de semaille pour détruire les campagnols dans un champ qui en serait infesté. Je raisonnerai dans la supposition que le blé a été chaulé avec 200^{gr} d'acide arsénieux par hectolitre, l'acide constituant un arsénite alcalin. Les expériences 10 et 11 ont prouvé que 10 grains de ce blé tuent un campagnol; comme dans 1^{lit} il y avait 20710 grains, ce litre suffirait pour empoisonner 2071 de ces animaux.

L'opportunité de faire intervenir une substance toxique dans le chaulage une fois admise, on peut demander quelle serait, à l'époque des semailles, la position d'un cultivateur ayant chaulé avec l'intention de détruire les animaux nuisibles, mais qui serait entouré de voisins n'ayant pas pris les mêmes précautions. Je crois que cette situation ne serait pas désavantageuse, et voici les raisons sur lesquelles je me fonde. L'empoisonnement pour les animaux destructeurs a d'abord pour effet de préserver la récolte : c'est là le résultat capital; mais il en est un autre qui, bien que secondaire, n'est cependant pas à dédaigner. C'est qu'un animal, de nuisible qu'il est quand il vit, devient éminemment utile après sa mort, par ce motif qu'il agit comme engrais? Le compte est facile à établir si l'on se rappelle que 1^{lit} de blé chaulé à l'arsenic peut donner la mort à 2071 campagnols. Or, comme je m'en suis assuré, 1 campagnol pèse environ 15^{gr}; il s'ensuit qu'on a, pour le prix de 1^{lit} de blé, 0^{fr},20 à 0^{fr},25, 31^{kg} d'animaux morts, soit 0^{fr},65 à 0^{fr},80, pour le quintal représentant 25^{kg} au moins de chair, de sang et d'os desséchés, engrais d'ailleurs tout transporté et répandu sur les champs. Dans cette limite de prix, je verrais avec satisfaction les campagnols de mes voisins venir mourir sur mes cultures,

et, dans l'automne de 1854, j'aurais donné volontiers 1^{lit} de blé à celui qui m'eût apporté en échange 31^{kg} de campagnols morts, car il y aurait eu dans ces 31^{kg}, en azote et en phosphate assimilables par les plantes, les éléments d'environ 30^{lit} de blé.

L'usage de l'arsenic dans le chaulage, je m'empresse de le reconnaître, présente bien des dangers en mettant entre les mains d'un grand nombre de personnes un poison aussi énergique. On comprend dès lors que la législation ait apporté certaines restrictions au commerce d'une semblable matière. C'est surtout par sa ressemblance avec le sucre, la farine, l'amidon, le sel, que l'arsenic en poudre est dangereux : aussi les accidents auxquels il donne lieu par imprudence ou par inadvertance sont-ils nombreux et presque toujours funestes.

On a proposé d'ajouter à l'arsenic destiné à l'agriculture quelques centièmes d'un mélange composé de sulfate de fer et de prussiate jaune de potasse ; ce moyen, s'il était adopté, préviendrait bien des malheurs, car, lorsque l'arsenic ainsi préparé est ajouté à du lait, à du bouillon, en un mot à tout aliment liquide, il leur communique aussitôt une couleur bleue plus ou moins sale, mais toujours assez foncée pour attirer immédiatement l'attention. Les entraves mises à la vente de l'arsenic pourraient dès lors être levées en partie, avec d'autant plus de motifs qu'on en comprend moins l'efficacité, aujourd'hui qu'il se passe un fait d'une gravité sans égale, dont on paraît du reste se préoccuper assez peu : je veux parler de la libre circulation des allumettes phosphorées. Ces allumettes sont partout, on les trouve pour ainsi dire en contact avec nos aliments ; cependant elles sont dangereuses au plus haut degré et les accidents qu'elles occasionnent sont doublement à craindre, car le phosphore n'est pas seulement un poison des plus violents, c'est aussi le corps le plus incendiaire que l'on connaisse.

Je terminerai ce travail en rappelant une communication faite à la Société d'Agriculture par M. Heuzé.

Le mulot et le campagnol sont regardés depuis les temps les plus reculés comme des rongeurs redoutables; Aristote a signalé les dégâts qu'ils causent daus les champs. On confond souvent ces deux animaux : le campagnol, que l'on nomme fréquemment *souris de terre,* a la queue moins longue que celle du mulot.

Le campagnol habite l'Europe et le nord de l'Amérique; selon Pallas, il ne redoute pas les froids de la Sibérie; ce rongeur est frugivore, herbivore et carnivore, mais il vit principalement de grains, d'herbe et de racines, il est sans cesse en activité ; il disparaît d'une contrée aussi subitement que son apparition a été soudaine. C'est tout à coup et en troupes innombrables qu'on le voit apparaître. Alors les ravages qu'il cause aux cultures deviennent de véritables fléaux.

Le campagnol se cantonne dans les lieux découverts, les plaines et les marais, mais c'est plus particulièrement dans les terres légères ou de consistance moyenne qu'on le voit en grand nombre; nul obstacle ne l'arrête dans ses pérégrinations. Ordinairement le jour il est sous terre comme la taupe : c'est le soir à la chute du jour qu'il fait entendre des cris aigus et confus. Dans l'Artois on entendait distinctement, le soir, les troupes de ces petits rongeurs à la distance de 600^{m} à 800^{m}.

Les campagnols font des galeries souvent si nombreuses que la couche arable est comme minée ou déchirée en tous sens. Cet animal ne fait pas de provisions, il vit pour ainsi dire au jour le jour. C'est à l'époque des semailles seulement qu'il rassemble quelques grains dans les logis qu'il a creusés. A la maturité des céréales il coupe les tiges par les pieds et à fleur de terre pour les faire tomber et manger la graine des épis. Après la levée des céréales, il coupe, ronge les tiges vertes à l'état rudimen-

taire et oblige souvent à faire de nouvelles semailles. Au milieu de l'été, le campagnol passe des champs moissonnés aux prairies artificielles : luzerne, trèfle et sainfoin, où il coupe les racines et soulève la terre. Au mois d'octobre il s'attaque aux champs nouvellement emblavés. En temps de neige il ronge les écorses des jeunes arbres ou des jeunes taillis.

La multiplication du campagnol, ainsi que Pline l'a constaté, est prodigieuse et effrayante. Elle est favorisée par les saisons sèches. Combien la femelle fait-elle de portées chaque année : les uns disent deux, les autres six. Quoi qu'il en soit, il est incontestable que la gestation dure de dix-huit à vingt jours, et que chaque portée donne de cinq à huit petits que la mère dépose dans des petites loges sur un lit d'herbes sèches.

La nature est-elle la plus grande destructrice de ces animaux voraces? On en doute; on sait que le campagnol brave le froid et les neiges, et qu'il ne périt pas toujours sous l'action des pluies abondantes et prolongées. C'est avec raison que Pline observe qu'on trouve peu de cadavres de campagnols quand on laboure pendant l'hiver [1].

Les oiseaux de proie font sans cesse une guerre vive à ces rongeurs qui servent de pâture à ces rapaces diurnes et nocturnes : les corbeaux, les émouchets, les ducs, les chats-huants, les orfraies, etc., les belettes, les putois, les fouines, les renards, en détruisent aussi chaque année un grand nombre.

On s'est toujours préoccupé de détruire ces animaux dévastateurs.

Les moyens de destruction proposés ou mis en pratique se divisent en quatre catégories :

1° Les apprêts destructeurs ou substances empoisonnées ;

---

[1] M. Boussingault a reconnu que les campagnols se dévorent quand ils sont enfermés dans une enceinte limitée.

2° Les fumigations enivrantes ou mortelles ;

3° Les pièges;

4° Une destruction directe.

Les appâts destructeurs sont nombreux. Apulée a proposé de faire tremper les semences de céréales dans du *fiel de bœuf*. Palladius recommande de mêler de l'*ellébore noire*, du *pain* et de la *graisse*. Le mélange le plus anciennement employé consiste en :

Farine d'orge.....	12^{lit}
Ellébore en poudre.....	500^{gr}
Staphysaigre.....	120^{gr}
Miel commun.....	500^{gr}

et d'une quantité de lait suffisante pour obtenir une pâte un peu ferme qu'on donne en boulettes.

L'ellébore est la racine pulvérisée du *veratrum album*, qui doit ses propriétés vénéneuses à la *vératrine*.

On a aussi proposé d'empoisonner les campagnols avec une pâte faite de graisse et de tranches de l'oignon de la *scille maritime* (*scilla maritima*). La scille agit à la manière des poisons narcotiques.

En 1769, Cretté de Palluel, effrayé de l'immense quantité de campagnols qui sillonnaient en automne les terres arables qu'il cultivait, fit usage, en 1770, à l'époque des semailles, du mélange ci-après :

Orge concassé.....	25^{lit}
Miel.....	1^{kg}
Arsenic mêlé à de la farine.....	1^{kg}

Plus tard on a employé une *pâte arsénicale* formée de :

Farine de blé.....	1^{kg}
Suif fondu.....	1^{kg}
Acide arsénieux en poudre....	100^{gr}
Noir de fumée.....	10^{gr}
Essence d'anis.....	1^{gr}

L'arsenic est toujours efficace, mais il est dangereux d'en faire usage parce qu'il fait périr des volailles et du gibier qui, vendus sur le marché, peuvent occasionner des accidents.

La pâte phosphorée a été utilisée avec succès par M. Nagel, à Châlons-sur-Marne. Voici comment elle a été préparée : on a fait gonfler du blé dans de l'eau chaude, et, après l'avoir laissé égoutter, on l'a mêlé à de la pâte phosphorée. Quelques heures après, le grain est complètement imprégné de la pâte, que l'on place par petite quantité à l'entrée des galeries pratiquées par les campagnols.

La pâte phosphorée est préparée facilement : on fait fondre 500^{gr} de graisse à la température de l'eau bouillante et on y jette 1^{gr} de phosphore, puis on ajoute peu à peu de la farine jusqu'à donner au mélange une consistance convenable. La pâte est étendue sur de petites tranches de pain.

En l'an IX, suivant le rapport de Lacépède à l'Académie des Sciences sur les Mémoires que Cavoleau lui adressa, le Marais méridional de la Vendée eut ses champs de céréales et ses prairies ravagés par les campagnols. La douceur de l'hiver ayant favorisé leur développement, ils devinrent tellement nombreux au printemps de l'an X qu'ils occupèrent un espace de quarante lieues carrées.

A la récolte, on constata avec effroi que des champs entiers ne contenaient pas un seul épi de froment. De plus, la terre, dans les prés, était criblée de trous qui communiquaient à de nombreuses galeries. Les pertes en grains et en foin, dans les quinze communes ravagées, furent évaluées à 2440000^{fr}, non compris les avaries faites à la terre avant et pendant les semailles. L'année suivante les dégâts furent moins sensibles ; néanmoins, ils s'élevèrent encore à 857000^{fr}.

La Société d'Agriculture de la Rochelle s'émut de ces détails et chercha les moyens d'en prévenir les retours.

De nombreuses tentatives furent faites dans ce but, et, parmi les moyens appliqués, il faut signaler le procédé qui consistait à creuser dans les marais et les terres labourables de petites fosses à parois verticales. Ce système, appliqué par suite de la connaissance des mœurs nocturnes des campagnols, eut le succès espéré. Un grand nombre d'animaux se précipitèrent dans ces fosses et y trouvèrent la mort. La même année, les campagnols envahirent le département de la Gironde; ils se répandirent aussi dans les départements du Loiret, du Bas-Rhin et de Sambre-et-Meuse.

En 1791 et 1792, le mulot se multiplia d'une manière prodigieuse dans le Santerre. Voici le moyen mis en pratique par le docteur Landormy-Laucour, à Montdidier (Somme), pour modérer son excursion.

Avec la charrue on ouvrait des voies qui se croisaient à angles droits, et qui étaient espacées en tous sens de plusieurs mètres. Sur les points d'intersection des lignes on enterrait des pots en terre, en ayant soin que les rebords fussent un peu en contre-bas du sol, puis on y versait de l'eau. Ceci fait, on implantait autour de chaque pot quelques pailles, portant des panicules d'avoine, de manière qu'elles formassent une légère route au-dessus des cavités. Le matin on trouvait dans chaque récipient de 30 à 50 mulots. Cretté de Palluel utilisa ce moyen destructeur, mais, malgré les bons résultats qu'il en obtint, il y renonça parce qu'il fallait transporter de grandes quantités d'eau, et que pendant la nuit on dérobait les pots.

A ces moyens on a substitué des opérations manuelles : on laboure les chaumes et on fait suivre la charrue par un homme muni d'une palette en bois pour tuer les campagnols qui sortent du sillon. On sait, en effet, que ces rongeurs s'enfoncent très peu dans le sol. Dans certaines localités, ce sont des chiens qui suivent la charrue.

SUR

L'APPARITION DU MANGANÈSE

A LA SURFACE DES ROCHES.

Les torrents de la chaîne littorale de Venezuela charrient vers la mer des blocs de granite, de gneiss, de micaschiste; sur la côte de la Guayra, je remarquai des galets de quartz colorés à la surface soit par de l'oxyde rouge de fer, soit par une substance noire ressemblant à de la plombagine. L'épaisseur de ces enduits très adhérents ne dépassait pas $\frac{1}{10}$ de millimètre. Comment ces cailloux roulés avaient-ils été recouverts d'une pellicule de carbone? Cette question me préoccupa jusqu'à ce qu'un examen, fait dans le laboratoire de Santa-Fé-de-Bogotá, me démontrât que la coloration n'était pas due à du carbone, comme je l'avais supposé, mais à du bioxyde de manganèse. Au reste, cette teinte noire, observée non plus sur du quartz charrié par les eaux d'un ruisseau, mais à la surface de roches granitiques, avait déjà fixé l'attention d'Alexandre de Humboldt, durant la mémorable navigation qu'il exécuta sur les grands fleuves de l'Amérique méridionale, pour étudier et fixer astronomiquement cette singulière bifurcation qui met en relation directe l'Orénoque et l'Amazone, contestée pendant si longtemps par les géographes.

Généralement, pour se rendre du haut Orénoque aux possessions brésiliennes, on remontait le Temi, le Tuamini jusqu'à la mission de Java, établie au milieu d'un dédale de rivières; on traînait la pirogue sur terre jusqu'au Caño Pumicin qu'on descendait sans obstacle pour parvenir au

rio Negro, affluent de l'Amazone, conduisant au fortin de San Carlos. C'est la route qu'on suivait ordinairement, bien qu'on affirmât qu'il était possible d'accomplir ce voyage sans passer par des *portages*. Cette voie de communication fut découverte par le P. Roman en 1744, alors qu'il visitait les établissements de son ordre placés au-dessus des cataractes. Parvenu au confluent du Guaviare et de l'Atapabo, là où l'Orénoque prend subitement la direction du Sud au Nord, il aperçut une pirogue montée par des gens vêtus à l'européenne. Dans des solitudes où l'on se tient continuellement en garde contre l'attaque des animaux, ce que l'homme redoute le plus, ce qui éveille chez lui une forte appréhension, c'est l'apparition soudaine de son semblable. Alarmé, le missionnaire arbora la croix en signe de paix. Il venait de rencontrer des Portugais qui furent très étonnés d'apprendre que, partis de l'Amazone, ils naviguaient sur l'Orénoque, où ils étaient arrivés par le rio Cassiquiare, commun aux deux bassins. La découverte du P. Roman se répandit avec une telle rapidité que bientôt de la Condamine put l'annoncer dans une séance publique de l'Académie des Sciences.

Humboldt, après avoir passé les cataractes, se rendit à l'Amazone par les marécages et les portages. De San Carlos il revint dans le haut Orénoque en remontant le Cassiquiare. C'est la route la plus longue, la plus pénible; l'isolement absolu où l'on est plongé fait éprouver de vives sensations « en franchissant les rapides d'un cours d'eau dont les rives couvertes de forêts sans souvenir des temps passés frappent l'imagination, en rappelant, que dans cet intérieur du Nouveau-Monde, on s'accoutume presque à regarder l'homme comme n'étant pas essentiel à l'ordre de la nature. La terre est surchargée d'une végétation dont rien n'arrête le libre développement; une couche immense de terreau manifeste l'action non interrompue des forces organiques. Les crocodiles, les boas sont maîtres de la ri-

vière; le jaguar, le pécari, la danta et les singes vivent sans crainte et sans péril; ils sont établis comme dans un antique héritage. Cet aspect d'une nature animée, dans laquelle l'homme n'est rien, a quelque chose d'étonnant et de triste. On s'y fait même avec peine sur l'Océan et dans les sables de l'Afrique, quoique, dans ces lieux où rien ne rappelle nos champs, nos bois et nos ruisseaux, on soit moins étonné de la vaste solitude que l'on trouve ici dans un pays fertile, paré d'une éternelle verdure; on cherche en vain la trace de la présence de l'homme; on se croit transporté dans un monde différent de celui dans lequel on est né. Ces impressions sont d'autant plus prononcées qu'elles ont plus de durée. »

Humboldt a décrit les *Raudales,* leur situation avec la chaîne isolée de Parime, formant des digues transversales entravant le cours du grand fleuve. Rien de plus imposant que l'aspect de ces lieux. « Les *rapides,* cette suite de cataractes, cette nappe immense d'eau et de vapeurs éclairées par les rayons du Soleil couchant font croire que l'Orénoque est suspendu au-dessus de son lit (1). »

Les missions d'Atures et de Maïpures sont sur un granite quelquefois amphibolique. Leur climat est des plus malsains, les fièvres pernicieuses y règnent pendant une partie de l'année; on les attribue à une forte chaleur, à une humidité excessive de l'air, à une mauvaise nourriture, et, d'après les indigènes, aux exhalaisons vénéneuses qui s'élèvent des roches dénudées (2). Cette dernière assertion mérite d'autant plus d'attention qu'elle est en rapport avec un phénomène physique observé dans différentes parties du globe et qui n'a pas été suffisamment expliqué.

Entre les missions de Carichana et Santa Barbara,

---

(1) Humboldt.
(2) *Ibid.*

partout où l'Orénoque baigne périodiquement les granites, ceux-ci sont luisants, noirs; la matière colorante ne pénètre pas dans la roche : elle est généralement sur les parties quartzeuses; les cristaux de feldspath sont d'un blanc rougeâtre et en saillie sur le fond coloré. Humboldt a remarqué que les énormes masses pierreuses se présentent tantôt en rhomboïdes, tantôt en hémisphère propre aux granites séparés en blocs; elles donnent au pays un aspect lugubre, leur teinte contrastant avec celle de l'écume du fleuve qui les couvre et de la végétation qui les environne. Les Indiens disent que ces roches sont brûlées, calcinées par le soleil; on les suit jusqu'à 50 toises au-dessus du rivage, à une hauteur que les eaux n'atteignent plus, même dans les grandes crues. Comment concevoir ces changements de couleurs? Remarquons d'abord que ce phénomène n'appartient pas seulement aux cataractes de l'Orénoque : on le retrouve dans les deux hémisphères.

Lorsqu'à son retour du Mexique, en 1807, Humboldt montra les granites d'Atures et de Maïpures à de Rozière, qui venait de parcourir la vallée du Nil, les côtes de la mer Rouge et le mont Sinaï, ce savant géologue rappela que les roches primitives des petites cataractes de Syène offrent, comme les roches de l'Orénoque, une surface lustrée, gris noirâtre, presque plombée et paraissant couverte de goudron. Plus récemment, dans la malheureuse expédition du capitaine Tuckey, des naturalistes anglais ont été frappés du même aspect dans les écueils qui obstruent le cours de la rivière du Congo ou Zaïre. Le docteur Kœnig a placé, dans le Musée britannique, à côté des syénites colorées du Congo, des granites d'Atures; ces fragments, dit Kœnig, ressemblent également à des pierres météoriques. Dans les roches de l'Orénoque et de l'Afrique, l'enduit noir était composé, d'après l'analyse de Children, d'oxydes de fer et de manganèse. Près d'Atures et de Maï-

pures, sur une surface de plus d'une lieue carrée, des masses granitiques de 40 pieds à 50 pieds d'épaisseur sont uniformément recouvertes de ces oxydes.

On doit remarquer que ces colorations de roches se sont présentées jusqu'à présent dans des rivières à crues périodiques, dont la température habituelle est de 24° à 28° et qui coulent non sur des grès ou des calcaires, mais sur des granites, des gneiss ou des amphibolithes.

L'enduit noir adhérent à la surface des roches de Syène a été examiné par Berzélius; il y a constaté, comme sur les granites de l'Orénoque et du Congo, la réunion du fer et du manganèse. Ce célèbre chimiste pensait que les fleuves n'arrachent pas les oxydes au sol sur lequel ils coulent, mais qu'ils les tirent de sources souterraines et les déposent ensuite sur les roches par une sorte de cémentation, résultant d'une affinité particulière, peut-être due à l'action de l'acide carbonique sur la potasse des feldspaths.

Le dépôt noir est-il indépendant de la nature des roches? Humboldt a fait cette curieuse observation que, ni les granites éloignés du lit ancien de l'Orénoque, exposés durant la saison des pluies à des alternatives de chaleur et d'humidité, ni les mêmes granites baignés par les eaux brunâtres du rio Negro n'acquièrent la couleur des pierres météoriques; il ajoute que les Indiens prétendent que les roches ne deviennent noires que là où les eaux sont blanches.

C'est ici qu'il convient de faire ressortir cette distinction dans la teinte des rivières à laquelle les Indiens attachent de l'importance, caractère que les physiciens ont méconnu.

Dans les plaines du Meta et de l'Apure, j'ai rencontré des eaux brunes; et sur la cime de la Cordillère orientale des Andes, à l'altitude de 3000^{m}, au-dessus des importantes sources salées chaudes, exploitées près de la ville de Chita, j'ai vu, là où le grès est en relation avec le

calcaire néocomien, un lac dont la couleur foncée faisait un contraste surprenant avec la nuance azurée du ciel. Cependant, vue par transmission, l'eau était incolore, limpide.

Ces variations dans la teinte des eaux ont été observées très attentivement par Humboldt : aussi ne puis-je mieux faire que de rapporter textuellement les faits qu'il a constatés.

Arrivés vers le sud, là où commence le système des eaux brun jaunâtre qu'on appelle généralement *aguas negras* (eaux noires), à l'embouchure du rio Zama, nous entrâmes dans des rivières qui attirèrent notre attention. Le Zama, le Matareni, l'Atapabo, le Tuamini, le Temi, le Guaïnia ont des *aguas negras*, c'est-à-dire que leurs eaux vues en grandes masses paraissaient brunes comme du café, ou d'un noir verdâtre ; ce sont cependant les eaux les plus belles, les plus claires, les plus agréables au goût. J'ai déjà rappelé que les crocodiles, les mosquitos fuient assez généralement les eaux noires. Le peuple prétend en outre que ces eaux ne brunissent pas les rochers et que les rivières blanches sont les seules qui aient des bords noirs, tandis que les rivières noires ont des bords blancs. En effet, les plages du Guaïnia, que les Européens connaissent sous le nom de rio Negro, offrent fréquemment des masses de quartz sortant des granites et d'une blancheur éclatante. Examinées dans un verre, les eaux du Matareni sont assez blanches, celles de l'Atapabo conservent une teinte brun jaunâtre; lorsqu'un petit souffle de vent agite la surface de ces rivières noires, elles paraissent d'un beau vert de pré, comme les lacs de la Suisse. Dans l'ombre, le Zama, l'Atapabo et le Guainia sont noirs comme du marc de café. Ces phémonènes sont si frappants, que partout les Indiens distinguent les eaux en noires et en blanches.

La couleur des eaux de source, des rivières et des lacs est au nombre des problèmes de Physique qu'il est difficile, sinon impossible de résoudre par des expériences directes. Les teintes de la lumière réfléchie sont généralement très différentes de celles de la lumière transmise : elles le sont surtout lorsque

la transmission se fait par une grande portion de liquide. S'il n'y avait pas absorption de rayons, la lumière transmise aurait constamment une couleur qui serait complémentaire de la lumière réfléchie, et, en général, on juge mal de la lumière transmise en remplissant d'eau un verre peu profond et à ouverture étroite. Dans une rivière, la lumière colorée réfléchie nous vient toujours des couches inférieures du liquide, non de la couche supérieure. En consultant les géographes de l'antiquité, nous voyons que les Grecs étaient déjà frappés des eaux bleues des Thermopyles, des eaux rouges de Jappée et des eaux noires des bains chauds d'Astz, vis-à-vis de Lesbos. Plusieurs lacs de la Savoie et du Pérou ont des teintes brunâtres, presque noires.

Dans le vaste système de rivières que nous avons parcouru, les eaux noires sont principalement restreintes à la bande équatoriale. On commence à les trouver vers le 5e degré de latitude Nord; elles abondent jusqu'au delà de l'équateur, vers le deuxième degré de latitude australe; mais dans cet intervalle les eaux noires et blanches sont si extraordinairement mêlées dans les forêts et les savanes, que l'on ne sait à quelle cause on doit attribuer leur coloration. Le Cassiquiare, qui se jette dans le rio Negro, a les eaux blanches, comme l'Orénoque dont il sort. De deux affluents du Cassiquiare qui sont très rapprochés, le Siapa et le Pacimony, l'un est blanc, l'autre est noir.

Dans les missions d'Atures et de Maïpures, on assure que l'insalubrité est la conséquence de la proximité des roches nues, surtout des roches granitiques dont la surface est noire. Sous la zone équatoriale, remarque Humboldt, plus encore que sous l'autre zone, le peuple multiplie à son gré les causes pathologiques; on y craint de dormir en plein air dès qu'on est exposé aux rayons de la Lune. A l'Orénoque on pense qu'il est dangereux de se coucher sur des granits voisins du fleuve et l'on cite beaucoup d'exemples de personnes qui, après avoir passé la nuit sur des roches noires, se sont réveillées le matin dans un fort accès de fièvre. A Carichana on voulait déplacer le village simplement pour l'éloigner des rochers noircis, où, sur un

espace de plus de 1000 toises carrées, des bancs de granite nu forment la surface du sol.

Il est probablement dangereux de coucher sur les *laxas negras* (pierres noires), parce qu'elles conservent durant la nuit une température très élevée que Humboldt a trouvée être : le jour de 48°, l'air étant à l'ombre à 29°,7. Pendant la nuit, le thermomètre appuyé au rocher marquait 36°, l'air étant à 26°. Lorsque, vers 3h de l'après-midi, on se promène à Carichana, à Atures, à Maïpures, au milieu de ces blocs de roches dépourvues de terre végétale et entassées à de grandes hauteurs, on est suffoqué comme si l'on se trouvait devant une fournaise. Les vents, si jamais on les sent dans ces contrées boisées, loin de porter la fraîcheur, paraissent plus embrasés lorsqu'ils passent sur des lits de pierres et de boules de granites amoncelés. Cette augmentation de chaleur ajoute à l'insalubrité du climat.

On a vu que Berzélius attribuait le dépôt noir de la superficie des roches, non pas à un sédiment, mais à un produit dont les sources minérales seraient le véhicule, parce qu'elles tiendraient en dissolution des carbonates qui se précipiteraient, lorsque, par l'agitation, le gaz acide carbonique se dégagerait; les protoxydes de manganèse et de fer des carbonates dissous passeraient, par l'effet de l'oxygène de l'atmosphère, à un degré d'oxydation supérieur et se déposeraient sur les roches émergées. Ici se présente une question : les eaux thermales renferment-elles du carbonate de manganèse?

Bergmann est, je crois, le premier qui en ait signalé la présence dans des eaux minérales; plus tard, Berzélius en a rencontré dans les bains chauds de Carlsbad. Dans 1000 parties d'eau il a trouvé :

	Carbonate de manganèse.
Source de Trinkquelle.....	0,007
» Badelquelle..... ..	0,007
» Schiersauerling.....	0,003

Les sources chaudes de Carlsbad, dont la température est de 50° à 74°, déposent des concrétions calcaires fibreuses en couches de 1 à 2 pieds d'épaisseur d'un blanc d'albâtre, sillonnées de bandes brunes portant sur quelques points une substance noire, luisante.

M. Tresch a aussi indiqué le manganèse dans l'eau de Buxton.

Dans les Andes j'ai rencontré une source contenant ce métal en proportions relativement fortes et formant des dépôts rappelant, par l'enduit noir qui les couvre, ce qu'on voit sur les granites des cataractes de l'Orénoque : c'est dans la province de Popayan, près du village de Combalo, à la base du volcan actif de Puracé. La source de Coconuco est dans un site des plus pittoresques, à l'altitude de 2500^{m}, dominant les vallées brûlantes de Cauca. On aperçoit les neiges éternelles de Puracé et du Huila; l'eau sort avec impétuosité et en très grande abondance d'un amas de blocs de trachyte émettant du gaz acide carbonique et du gaz sulfhydrique en telle quantité qu'elle semble être en pleine ébullition; sa température est de 73°. L'amas de roches d'où surgit la source est cimenté et recouvert par une masse calcaire dont l'intérieur est blanc, translucide, ayant sur certains points une structure fibreuse; mais ce que présente de curieux cette concrétion, c'est que sa surface est noire, luisante, à reflets métalliques.

Si l'on en chauffe au chalumeau un fragment pris à l'intérieur de la masse, il devient noir.

L'eau thermale refroidie n'a plus l'odeur hépatique; après une ébullition expulsant le gaz acide carbonique, il se dépose un faible précipité de carbonate de chaux et de carbonate de manganèse, qui prend une teinte brune par l'exposition à l'air.

1^{lit} d'eau de Coconuco, analysée dans le village indien de Puracé, a donné, abstraction faite des gaz que je ne pouvais pas recueillir :

	gr
Sulfate de soude	3,89
Chlorure de sodium	2,75
Bicarbonate de soude	0,69
Carbonate de chaux Carbonate de manganèse	0,10
Silice	traces
	7,43

Cette composition et le dépôt résultant de l'expulsion de l'acide carbonique expliquent l'origine de l'abondante concrétion recouvrant les roches et dans laquelle j'ai dosé :

Carbonate de chaux	74,2
Carbonate de manganèse	21,0
Carbonate de magnésie	4,0
Sulfate de soude et chlorure de sodium	1,0
	100,2

C'est une véritable dolomie où le carbonate de manganèse remplace le carbonate de magnésie; quant à la pellicule noire, luisante, à reflets métalliques, étendue à la surface de la concrétion, elle est due, à n'en pas douter, à la suroxydation du protoxyde de carbonate de manganèse par son contact avec l'air. On sait, en effet, que, dans certaines conditions, ce carbonate est décomposé en présence de l'oxygène, son oxyde blanc devenant un oxyde noir.

On ne saurait nier, je crois, l'analogie existant entre la coloration de l'extérieur de la concrétion dolomitique et celle des granites des cataractes de l'Orénoque. Dans les deux cas, c'est une oxydation superficielle. C'est pourquoi, à Coconuco, le carbonate de manganèse n'est pas altéré dans l'intérieur du dépôt de dolomie.

L'eau des rivières renferme souvent des traces de manganèse qu'on décèle par l'action de la pile, ce métal se déposant à l'état de bioxyde sur le pôle positif; une teinte

brune recouvre alors l'électrode de platine. C'est ce qui a lieu avec des eaux de source sortant du grès rouge, du grès bigarré et dans des eaux du Rhin.

La mer contient aussi du manganèse. On a eu l'occasion de le constater en examinant de la magnésie obtenue par un ingénieux procédé imaginé par M. Schlœsing, consistant dans le traitement de l'eau salée par la chaux. Ajoutons que M. Dieulafait en a trouvé en quantité notable dans les cendres des fucus, varechs, sargasses, etc., et que la présence de ce métal vient d'être mise en évidence par les belles recherches sur la constitution du fond des mers entreprises par les naturalistes anglais dont M. Laugel a résumé les travaux avec une grande lucidité dans une Notice que je reproduis.

En 1871, le Dr Carpenter proposa à l'amirauté d'organiser une expédition pour l'exploration du fond de la mer dans les trois océans : Atlantique, Pacifique et Austral, pour compléter les travaux qu'il avait lui-même entrepris dans une partie de l'Atlantique et dans la Méditerranée. Le vaisseau le *Challenger* fut équipé et mis sous le commandement de Sir Georges Nares. La partie scientifique de l'expédition fut confiée au professeur Wyville Thomson.

Le *Challenger* quitta l'Angleterre le 7 décembre 1872 et n'y revint que le 24 mai 1876, après avoir parcouru environ 70000 milles nautiques. Son itinéraire fut, pour diverses raisons, extrêmement compliqué. Le navire traversa trois fois d'abord l'Atlantique des Bermudes à Halifax pour étudier le gulf-stream. Du cap de Bonne-Espérance on alla aux îles de Kerguelen, puis vers les glaces antarctiques, et de là dans les mers australiennes. Les études continuèrent dans l'océan Pacifique, l'archipel de la Malaisie, la Nouvelle-Guinée, le Japon; c'est entre la Nouvelle-Guinée et le Japon qu'on trouva la profondeur maximum de 4475 brasses ou 8710m environ, la plus grande qu'on ait déterminée dans de bonnes conditions d'observation. Du Japon, le *Challenger* alla aux îles Sandwich, à Taïti, à Valparaiso, au

cap Horn, aux îles Falkland, à Montevideo, à Madère, et retourna ensuite en Angleterre.

Le nombre des stations fut de 362; à chacune on faisait un sondage, on notait la température du fond de la mer et on ramenait un échantillon d'eau de ce fond pour l'analyser chimiquement et physiquement; enfin on faisait une prise des substances qui composaient le lit de la mer en cet endroit. Je ne parle pas d'autres observations accessoires, des observations de température à des profondeurs diverses, des observations variables relatives à la faune marine, des observations relatives aux courants de surface ou aux courants profonds.

Les collections rapportées par le *Challenger* sont considérables.

M. Carpenter a dès à présent cherché à donner une idée générale des résultats de l'expédition. Au point de vue hydrographique d'abord, il est aujourd'hui reconnu : 1° que le fond de la mer s'incline très graduellement à partir de la côte irlandaise, dans la direction de l'ouest, sur une étendue de plus de 1000 milles; 2° qu'à partir de la ligne de 100 brasses le fond descend très rapidement, si rapidement que, très peu plus loin, on trouve déjà des profondeurs de 1200 à 1300 brasses; 3° qu'à partir de la ligne de 2000 brasses, le fond redevient très uni; il forme alors une sorte d'immense plaine légèrement ondulée où les inclinaisons sont des plus faibles.

Du côté de l'Amérique, où les observations ont été faites avec beaucoup de soin par le navire américain *Tuscarora* et le navire allemand *Gazelle*, les mêmes variations ont été observées. Là aussi, on a d'abord un plan fortement incliné qui aboutit rapidement à la grande plaine qu'on pourrait appeler la plaine Sous-Atlantique. Si un soulèvement amenait à la lumière cette plaine, couverte aujourd'hui par l'Atlantique, elle ressemblerait aux prairies de l'Amérique du Nord ou aux pampas de l'Amérique du Sud.

Il faut donc cesser de parler de bassins quand on parle de nos océans, et se bien figurer que les mers n'ont point du tout souterrainement la forme d'immenses cuvettes. D'un autre côté, il faut comprendre que la forme des parties vraiment océaniques

ou profondes de la mer est très différente de la forme des mers basses qui baignent les côtes.

Ainsi, il ne faudrait qu'un soulèvement de 100 brasses pour réunir l'Angleterre au Danemark, à la Hollande, à la Belgique, à la France, à l'Irlande, aux îles Hébrides, aux îles Shetland et Orkney. Le véritable océan, l'océan profond, ne commence environ qu'à 100 milles à l'ouest de Golway, et du côté des Hébrides qu'au delà de Saint-Kilda. Le soulèvement de 100 brasses mettrait à sec une partie considérable du golfe de Gascogne. Les vagues, qui, poussées par le vent d'ouest et de sud-ouest, traversent l'Atlantique, deviennent furieuses en arrivant sur les côtes d'Irlande ou dans la baie de Biscaye.

D'une façon générale, on peut dire que les grandes plateformes continentales s'élèvent d'une façon très abrupte sur les bords des vraies dépressions océaniques. Il faut donc se figurer, en ne tenant pas compte des systèmes de montagnes, la surface terrestre comme formée d'immenses plateaux, les uns inondés, les autres à sec, et ces plateaux comme rattachés les uns aux autres par des talus assez raides. Des soulèvements, pareils à celui dont j'ai parlé, uniraient au continent asiatique les îles de la Malaisie; toute la partie terrestre qui s'étend du sud-est de l'Asie au sud de l'Australie est un immense plateau en partie submergé, dans lequel se trouve seulement une profonde fissure qui sépare la province indo-malaise de la province papuo-australienne; cette fissure est comparable à celle de la Méditerranée, qui sépare l'Europe de l'Afrique.

On peut estimer aujourd'hui la proportion entre la surface des terres et la surface des mers sur le globe à environ 4 et 11; de telle sorte que si le globe était divisé en quinze parts, la terre en occuperait quatre seulement, soit un peu plus d'un quart. La hauteur moyenne des terres au-dessus de la surface des mers ne dépasse pas en moyenne 330^{m}; car, si l'altitude de l'Asie et de l'Afrique est un peu plus élevée, celles des deux Amériques, de l'Europe et de l'Australie est un peu plus faible. Pour la profondeur moyenne des mers on peut l'estimer environ à 4300^{m}. Ainsi, cette profondeur est à peu près treize fois plus grande que la hauteur moyenne des continents; de là on peut conclure que

le volume total des mers est environ trente-six fois plus grand que celui des terres émergées.

L'hypothèse de la permanence générale des grandes divisions de la croûte terrestre en plateaux continentaux et en plateaux sous-marins est fortifiée par l'étude des dépôts qui se forment aujourd'hui dans le lit des océans. Ces dépôts sont constitués par la désintégration des masses terrestres actuelles; ils se trouvent surtout dans les eaux relativement basses, voisines de ces masses; l'absence presque absolue de sable siliceux doit y être remarquée. On ne trouve au fond de l'océan Atlantique du sable siliceux qu'aux approches de l'Afrique; il a été porté dans la mer par les vents, et l'on en voit tomber sur le pont des vaisseaux à une très grande distance des côtes.

Le *Challenger* rencontra fréquemment au fond de la mer des dépôts d'origine volcanique, surtout de l'argile rouge; on ne peut avoir de doute sur l'origine de cette argile, quand on la trouve associée avec des fragments de pierre ponce. La pierre ponce contient, on le sait, les éléments de l'argile, qui n'est autre chose qu'un silicate d'alumine. Tous ces dépôts ont été trouvés surtout aux environs des grands centres volcaniques, tels que les Açores et les Philippines.

On a signalé, avec les dépôts d'argile, des dépôts très singuliers de manganèse, qui parfois incrustent des coraux, mais qui forment d'ordinaire des concrétions et des nodules de grandeur très variable, renfermant parfois à leur centre des débris organiques, dents de poissons ou autres. Un des observateurs du *Challenger*, lord George Campbell, écrit à ce sujet dans ses notes : « Dans certaines régions, tout le fond et tous les objets du fond semblent recouverts et imprégnés de cette substance. Des dents de poisson de toute grandeur se trouvent fréquemment et sont enveloppées de manganèse en couches concentriques qui ont jusqu'à un pied d'épaisseur. On a trouvé comme noyaux de ces nodules des éponges siliceuses, des débris de pierre ponce, des radiolaires, des globigérines, des morceaux d'argile... Ces dents de poisson sont toutes des dents fossiles, les mêmes qui se trouvent fréquemment dans le terrain tertiaire, particulièrement dans les dépôts suisses miocènes. »

« Le manganèse a ici apparemment une origine volcanique ; partout où l'on trouve de la pierre ponce avec de l'olivine, de l'augite, de la hornblende, dans un état avancé de décomposition, on le rencontre. Dans les argiles, un observateur anglais a découvert des granules sphériques et microscopiques très nombreux de fer natif. On est allé jusqu'à imaginer que ce fer était météorique : nous sommes beaucoup plus porté à croire qu'il est volcanique. On sait aujourd'hui que le fer natif est associé à certaines roches ignées du nord de l'Europe. »

L'expédition du *Challenger* a fourni de nombreux documents qui serviront à éclaircir l'histoire des foraminifères, des diatomacées, des radiolaires. Nous insisterons sur ce fait important que tous les sables, toutes les argiles, tous les sédiments formés des débris des falaises et des matériaux transportés par les fleuves n'arrivent jamais à une très grande distance ; ils sont tenus quelque temps en suspension, mais ils se déposent longtemps avant d'arriver aux parties vraiment océaniques des mers ; les régions qui forment les plateaux profonds ne reçoivent pas grand'chose des grands plateaux continentaux.

Le professeur Geikie disait récemment que : « depuis les temps géologiques les plus anciens, la grande zone des dépôts a été, comme elle l'est encore aujourd'hui, la ceinture marginale du lit de la mer qui borne les terres. C'est là que la nature a toujours semé la poussière des continents à venir. La ruine des roches anciennes se fait incessamment sur la terre et la formation de nouvelles roches a continué incessamment sous les mers voisines. Les deux phénomènes sont les deux côtés complémentaires du même phénomène qui se produit dans les parties terrestres et les parties de la mer peu profondes, et non dans les grands et larges bassins océaniques. »

« L'étude de ce que l'on peut appeler la stratification thermale dans la mer a beaucoup occupé les observateurs

du *Challenger*. Des thermomètres étaient descendus à des profondeurs diverses depuis 10 brasses jusqu'à 200 brasses. On a vérifié que c'est dans la couche supérieure de 200 brasses que l'abaissement de température est le plus rapide; cet abaissement devient ensuite moindre, et, après la profondeur de 1500 brasses, il n'y a plus aucun changement.

» Les températures basses du fond ne sont point dues, comme on l'a cru longtemps, à des courants inférieurs dits *courants polaires*, auxquels seraient superposés des courants de surface équatoriaux : dans tout l'Océan, sauf dans l'océan Atlantique du nord, qui sous ce rapport est exceptionnel, la température s'abaisse dans les profondeurs jusqu'à un point peu éloigné de zéro, et la couche la plus profonde est même quelquefois à 1° ou 2° au-dessous de zéro; l'influence des rayons du Soleil est toute superficielle.

» Dans l'océan Atlantique du Sud, où l'on a pris des observations de profondeur à la latitude de 37° (2900 brasses), on a trouvé un fond tout à fait glaciaire, une couche d'eau de 1000 brasses d'épaisseur, qui est au-dessous de zéro. »

Je mentionnerai maintenant la recherche faite sur la présence et la constitution du composé manganésifère dans les matières retirées par les sondages durant l'expédition du *Challenger*.

M. Gümbel s'est demandé si dans ces dépôts venant du fond des Océans, ainsi que dans les millépores, les incrustations d'oxyde ne résultaient pas de la concentration de substances minérales opérées par des végétaux, par des êtres vivants; or, en les examinant au microscope, après les avoir réduits en plaques minces, il n'y a reconnu aucun indice de structure organique; de plus, il a vu qu'il en était de même dans les squelettes laissés par l'acide chlorhydrique. Les nodules ont l'apparence de l'oolithe,

et, fréquemment, ils ont pour point central un grain d'argile rouge entouré de couches alternatives d'oxyde de manganèse. On observe, en outre, dans le noyau, de l'anorthose, du fer oxydulé, de l'hornblende. Dans un des nodules M. Schwager a trouvé, pour 100 :

Bioxyde de manganèse....	23,6
Oxyde de fer	27,4
Silice	16,0
Alumine.....	10,7

M. Gümbel attribue la formation des nodules à des sources minérales surgissant au fond des mers et tenant en dissolution, par la présence de l'acide carbonique, des carbonates terreux et métalliques. Cette hypothèse expliquerait leur apparition dans les régions volcaniques sous-marines; leur présence a un intérêt géologique, parce qu'elle permet de concevoir comment les concrétions de manganèse se présentent dans certaines formations sédimentaires. (1).

M. Buchanan a étudié les nodules manganésifères du fond de l'océan Pacifique; les tubes d'annélides (*worms-tubes*) retirés du fjord de Fine (*loch Fine*), et aussi la constitution de la vase dans laquelle ils sont disséminés.

Un échantillon du loch Fine renfermait 30 pour 100 de nodules, dont le poids moyen était 1gr,7. Des cailloux qui les accompagnaient étaient la preuve que ces nodules occupaient sous les eaux la place où ils avaient été formés; quoiqu'il se rencontre seulement dans quelques localités, le manganèse accompagne fréquemment les coquilles et les worms-tubes. Les nodules ont un noyau mou, plus riche en manganèse que leur enveloppe; ils renferment 16 à 30 pour 100 de matières insolubles dans les acides faibles; M. Buchanan voit leur origine dans l'intervention

(1) Gümbel, *Jahrb. für Mineral.*, 1878, 1870.

de substances animales qui changeraient en sulfure les sulfates de l'eau de mer.

Selon M. Gümbel les concrétions manganésifères proviendraient de sources sous-marines, émergeant d'un sol volcanique. Il faut reconnaître sans doute que cette opinion aurait en sa faveur les faits observés dans les eaux thermales d'une constitution analogue à celles de Coconuco, où une pellicule de bioxyde d'un noir foncé adhère sur une dolomie; mais elle est insuffisante pour expliquer comment l'enduit métallique apparaît sur des galets de quartz, sur des granites.

Il est vraisemblable que là où se montre l'enduit noir de bioxyde ou de sesquioxyde sur les corps submergés, sur les roches exposées alternativement à l'eau d'un fleuve et à l'atmosphère, le dissolvant des carbonates terreux et métalliques, le gaz acide carbonique, a été expulsé par l'agitation, la dessiccation, et que les sels de fer et de manganèse, une fois isolés, sont modifiés dans leur constitution, produisant, par l'action de l'air, du sesquioxyde rouge de fer et de l'oxyde manganique noir.

L'acide carbonique serait ainsi le véhicule des carbonates.

Examinons donc quelle est la solubilité de ce gaz dans diverses conditions.

1^{vol} d'eau exposé à l'atmosphère dissout, à une même température, chacun des gaz contenus dans l'air en quantité proportionnelle à la pression qu'ils exercent sur le liquide.

L'air étant formé de $\frac{1}{5}$ d'oxygène et de $\frac{4}{5}$ d'azote, 1^{lit} d'eau dissoudra par conséquent :

	Volume.
Oxygène.....	34
Azote.....	66

C'est précisément le rapport trouvé dans ces gaz extraits de l'eau pure après exposition à l'air, comme l'ont établi

Gay-Lussac et de Humboldt dans leurs remarquables recherches eudiométriques; toutefois, dans l'atmosphère, il y a du gaz acide carbonique, $\frac{3}{10000}$ environ; l'eau pure en relation avec l'air doit donc en contenir et en contient en effet une bien faible proportion, si l'on considère combien est minime la pression partielle de ce gaz; 1^{lit} d'eau n'en renfermera que, $0^{cc},41$: en poids, $0^{mgr},81$.

C'est une quantité encore plus réduite de gaz acide carbonique qu'on rencontre dans l'eau pure ou presque pure lorsque la température est supérieure à 0°. Dans l'eau des sources, des fleuves, de la mer, la proportion du gaz est plus forte : cela tient à certaines conditions, mais dans les eaux recueillies à de grandes hauteurs, dans la pluie, la teneur en acide carbonique ne diffère pas sensiblement de celle déduite de la faible pression partielle exercée par ce gaz. C'est ce qui ressort d'études faites dans les montagnes très élevées au-dessus de l'Océan.

Cordillère orientale des Andes.

Village de la Baja; altitude 3500^{m}, dans 1^{lit} d'eau d'un torrent coulant sur la syénite :

Acide carbonique ramené à 0° et pression $0^{m},760$: $2^{cc},3$, en poids $4^{mgr},53$.

Bogotá. — Altitude 2640^{m}. Torrent de San Francisco, coulant sur le grès :

Dans 1^{lit} d'eau : acide carbonique, $0^{cc},7$; en poids, $1^{mgr},39$.

Bogotá. — Dans 1^{lit} d'eau de pluie : acide carbonique, $0^{cc},27$; en poids, $0^{mgr},40$.

Équateur, Quito. — Altitude, 2900^{m}; terrain de trachyte.

Dans 1^{lit} d'eau, fontaine de la Plaza Mayor :

Acide carbonique, $1^{cc},0$; en poids, $1^{mgr},98$.

Dans 1^{lit} d'eau du couvent de San Francisco :

Acide carbonique, $1^{cc},1$; en poids, $2^{mgr},1$.

Volcan de Guagua Pichincha. — Ruisseau coulant sur le trachite. Altitude 4500^{m}.

Dans 1^{lit} d'eau, acide carbonique, $1^{cc},0$; en poids, $1^{mgr},98$.

Ces proportions minimes d'acide carbonique sont évidemment la conséquence de la pureté des eaux et de la faible pression partielle exercée par le gaz mélangé à l'air; on les voit augmenter notablement même aux stations élevées, dans les sources et les rivières. Ainsi à Bogotá, l'eau surgissant du sol contenait par litre : acide carbonique, 13^{cc}; en poids, $26^{mgr},35$. Dans l'eau de la laguna de Fontibon on a dosé dans 1^{lit} : acide carbonique, $7^{cc},5$; en poids, $14^{mgr},8$.

La quantité de cet acide est généralement plus forte dans l'eau des fleuves. Henri Sainte-Claire Deville, dans son travail classique sur les eaux potables, a indiqué dans 1^{lit} (acide carbonique mesuré à 0° et pression $0^{m},760$) :

	Gaz.	Poids.
	cc	mgr
Garonne.....	17,0	33,7
Rhin.....	7,7	15,2
Rhône	7,9	15,6
Doubs.....	17,8	35,2

C'est cette dose d'acide qui communique à ces eaux la propriété de dissoudre des carbonates terreux, constituant alors des composés dont la nature ne peut être exprimée par une formule, si ce n'est en supposant l'existence de bicarbonates analogues aux bicarbonates de potasse et de soude. En soumettant à une ébullition prolongée les eaux tenant en dissolution ces carbonates, l'acide carbonique libre comme celui qui entre dans les bicarbonates est éliminé. C'est par une seconde ébullition après l'addition d'un acide fixe qu'on dégage l'acide carbonique des carbonates neutres.

La mer renferme nécessairement les gaz de l'atmosphère. Dans un litre d'eau de la Manche, M. Schlœsing a constamment trouvé $98^{mgr},3$ d'acide carbonique, engagé pour la majeure partie dans les carbonates.

L'air n'ayant pas au delà de $\frac{3}{10000}$ de son volume en acide carbonique, ce gaz, en raison de sa faible pression partielle, n'entre que pour $0^{cc},3$, soit $0^{mgr},55$ dans un litre d'eau. C'est de l'acide libre, non combiné. En le soustrayant de la totalité du gaz dosé, il reste $97^{mgr},75$ d'acide carbonique appartenant aux carbonates, très vraisemblablement des carbonates calcaires.

Dans cette supposition, les quantités de chaux prises par l'acide seraient ainsi réparties :

	Acide carbonique.	Chaux.
	mg	mgr
Pour former $CaO,2(CO^2)$	97,75	62,2
Pour former CaO,CO^2, la moitié	48,87	62,2
Différence.....	48,88	

Ajoutant à cette différence les $0^{mgr},55$ d'acide libre, on aura $49^{mgr},43$ pour l'acide carbonique n'entrant pas dans le carbonate de chaux CaO,CO^2, mais pouvant contribuer à la formation du bicarbonate $CaO,2(CO^2)$ et que l'on extrait par l'ébullition. Le nombre $49^{mgr},43$ est assez rapproché de ceux trouvés par M. Buchanan, dans un litre d'eau puisé dans l'Océan, à des profondeurs diverses, durant la campagne du *Challenger*, résultats d'un haut intérêt qu'on a réunis dans un tableau (1).

Dates. 1873.	Latitude.	Profondeur de l'échantillon en brasses.	Température de la profondeur en degrés centigrades.	Grammes de CO^2 dans 1^{lit} d'eau.
	° ′		°	
Févr. 28.....	23.10 N	2720	2,0	0,04
Mars 26....	19.41	3875	»	0,057
» 27.....	21.26	Surface	25,2	0,046
» 28.....	22.49	2960	1,50	0,053

(1) *Voyage du* Challenger, t. II, p. 384.

Dates. 1873.		Latitude.	Profondeur de l'échantillon en brasses.	Température de la profondeur en degrés centigrades.	Grammes de CO^2 dans 1^{lit} d'eau.
		° ′		°	
»	29.....	24.39	2850	1,67	0,052
»	31.....	27.49	Surface	»	0,048
Mai	26.....	36.30	2650	1,8	0,064
»	27.....	34.50	Surface	21,7	0,045
Juin	14.....	32.54	Surface	23,3	0,0415
»	»	»	2360	1,7	0,0472
»	16.....	34.28	2575	1,5	0,05
»	23.....	37.54	Surface	21,1	0,0529
»	24.....	38.3	2175	»	0,0536
»	27.....	38.18	1675	2,3	0,0592
»	30.....	38.30	1000	3,7	0,0446
Août	16.....	7.1	Surface	26,1	0,0432
»	18.....	6.11	Surface	26,0	0,0382
»	19.....	5.48	Surface	26,2	0,0455
»	20.....	4.29	Surface	26,2	0,043
»	21.....	3.8	300	45,3	0,0536
»	25.....	1.47	Surface	26,0	0,0426
»	26.....	1.47	50	»	0,0533
Sept.	27.....	14.51 S	Surface	25,3	0,0330
»	30.....	20.13	100	17,3	0,0360
Oct.	1.....	22.15	Surface	22,8	0,0531
»	2.....	24.43	Surface	21,0	0,0418
»	3.....	26.15	2350	0,8	0,0491
»	4.....	27.43	Surface	19,4	0,0432
»	6.....	29.35	1000	2,5	0,0556

On peut demander pourquoi l'acide carbonique libre, l'acide non combiné aux bases, dissous dans l'eau, échappe aux effets de fortes pressions? Voici la réponse de M. Schlœsing :

« La pression que supporte l'eau ne paraît pas modifier sa faculté de dissoudre certains corps solides, fluides

ou gazeux; cela tient probablement à l'incompressibilité du liquide.

» En ce qui concerne les solides, je viens de vérifier que, dans le vide, l'eau dissout exactement la même proportion de sel marin et de nitrate de potasse que sous la pression atmosphérique.

» Tout porte à croire que les gaz sont dans le même cas, c'est-à-dire que, dans les profondeurs de la mer, l'eau n'a pas, à l'égard de l'acide carbonique non combiné, un pouvoir dissolvant plus grand qu'à la surface. »

La mer, les fleuves contiennent donc de l'acide carbonique favorisant la dissolution des carbonates insolubles. Lorsque, par une circonstance quelconque, ce gaz est expulsé, les sels sont précipités; les carbonates de protoxyde de fer et de protoxyde de manganèse une fois en contact, soit avec l'oxygène de l'air, soit avec l'oxygène dissous dans l'eau, sont modifiés dans leur constitution par la suroxydation de leurs bases; le carbonate de fer produit un sesquioxyde rouge; le carbonate de manganèse un bioxyde noir ou un sesquioxyde.

C'est probablement à cette expulsion de l'acide carbonique que les granites de l'Orénoque, les syénites des bords de la mer Rouge, les roches cristallines du Congo, les assises calcaires ou dolomitiques des sources thermales, les concrétions formées dans les profondeurs de l'Océan, doivent, dans quelques circonstances, l'enduit de manganèse qui recouvre leur surface.

LE CACAO ET LE CHOCOLAT.

Le cacaoyer existe dans les régions chaudes de l'Amérique, mais, lors de la conquête, on le cultivait seulement au Mexique, dans le Guatemala, le Nicaragua, là où les habitants étaient d'origine toltèque et aztèque. C'est de ces localités que, sous le règne de Montezuma, les Espagnols transportèrent cet arbre, d'abord aux Canaries, aux Philippines, ensuite sur le littoral du Venezuela et dans les Antilles. On préparait, avec les grains du fruit réduits en pâte, une boisson, le *chocolatl,* dont l'usage était général.

C'est un fait bien connu des planteurs, qu'il faut, autant que possible, établir une cacaoyère sur un terrain vierge; on a eu souvent des mécomptes en agissant autrement. Le cacaoyer exige un sol riche, profond, humide, de la chaleur. Rien ne convient mieux qu'une forêt défrichée, ayant une pente permettant l'irrigation. Aussi, toutes les plantations importantes offrent un aspect commun; on les rencontre dans les régions chaudes, abritées, à peu de distance de la mer ou près d'un torrent, sur les bords des fleuves. La culture du cacaoyer cesse d'être avantageuse à une température moyenne et constante de 24°. J'ai eu l'occasion de constater les résultats les plus défavorables à la base du Quindiu, dans une zone où le thermomètre, enfoncé dans la couche de température invariable, marquait 22°,8. L'arbre, en quelques années, avait une assez belle apparence, mais les fruits, peu développés, atteignaient rarement la maturité.

Lorsqu'un terrain est jugé propre à la culture, on commence par réserver ou par assurer un système d'om-

brage. A cet effet, si l'on défriche, on laisse debout quelques arbres feuillés, ou bien on plante des essences d'une croissance rapide, par exemple le bucare (*Erythrina umbrosa*), le bananier assez fréquemment : ces deux moyens d'abriter les jeunes pousses sont adoptés.

Au sud de l'Équateur, dans la province de Guayaquil, on procède directement à la plantation des graines, tandis que dans le Venezuela on les fait pousser dans des pépinières placées en un sol bien ameubli, présentant une série de petites buttes, dont les sommets sont élevés de $0^m,20$ à $0^m,25$, et dans chacune desquelles on dépose trois graines fraîches à une petite profondeur. Les semailles sont recouvertes de feuilles de bananier. Les graines sont mises en terre à une époque où l'on prévoit l'arrivée des pluies; s'il ne pleut pas, on arrose le matin au lever du soleil. La graine germe en huit ou dix jours. A l'âge de deux ans, le cacaoyer s'élève à environ 1^m; c'est alors qu'on l'écime en retranchant deux des branches supérieures.

Dans la vallée du rio Magdalena, où il y a d'importantes cacaoyères, les semis se font dans un terrain abrité par des feuilles de palmier. On transplante les plants lorsqu'ils ont six mois; aussi, dans une pépinière couverte, les arrose-t-on une fois par semaine, en versant de l'eau sur la toiture.

Le cacaoyer ne fleurit que bien rarement avant qu'il ait trente mois. Des planteurs détruisent ces premières fleurs, afin de ne laisser venir des fruits que dans la quatrième année, et cela dans les conditions climatériques les plus favorables, là où la chaleur moyenne est de 27° à 28°; dans les situations moins favorables, c'est-à-dire plus tempérées, il se passe souvent six années avant d'avoir les prémices d'un cacaoyer.

Il est peu de plantes dont la fleur soit aussi petite, et surtout aussi disproportionnée au volume du fruit.

Un bouton, que j'ai mesuré lors de son épanouissement, ne dépassait pas une hauteur de $0^m,004$; la corolle, de couleur de chair, portait dix follioles entourant cinq étamines d'un blanc d'argent. Les fleurs n'apparaissent pas isolément, mais en bouquets, sur le tronc à toute élévation, sur les branches mères; on en voit même sur les racines ligneuses rampant à la surface du sol.

Pour recevoir les plants élevés en pépinière, le terrain, convenablement ombragé par des bucares, par des bananiers, est d'abord débarrassé des mauvaises herbes. Des rigoles sont pratiquées pour faciliter l'écoulement des eaux.

Les plants sont alignés en allées dont la distance est variable, selon la nature du terrain, et, à ce sujet, il y a cette opinion admise par les planteurs, que dans les sols excellents l'espace laissé entre les arbres doit être plus grand que dans les sols de qualité inférieure. Ainsi, dans la vallée del Tuy, près Puerto Cabello, les cacaoyers sont à 5^m de distance sur les meilleures terres et à 4^m au plus sur les terres de moindre valeur. Aux Antilles, généralement moins fertiles que la *tierra firma*, on espace à 2^m ou 3^m; la raison de ces dispositions est dans le plus ou moins de développement que l'arbre prendra; dans un terrain fertile, ses branches s'étendront davantage; or il est peu de végétaux plus touffus; les feuilles ont de $0^m,22$ à $0^m,24$ de long et une largeur de $0^m,05$ à $0^m,06$.

Une fois le plant en croissance, on s'oppose, par l'élagage, à ce qu'il devienne trop branchu. Il arrive aussi que les branches tendent à s'abaisser : on les lie alors en faisceau autour du tronc, jusqu'à ce qu'elles aient repris la direction ascendante.

De la chute des fleurs à la maturité il s'écoule à peu près quatre mois. Le fruit ou cabosse, allongé, légèrement courbé, est divisé en cinq lobes; sa longueur approche de $0^m,25$; son plus grand diamètre près du point

d'attache est de $0^{m},08$ à $0^{m},10$; il pèse de 300^{gr} à 500^{gr}; sa couleur varie du blanc verdâtre au rouge violet; son péricarpe est sillonné de côtes longitudinales; à l'intérieur, la chair ou pulpe est blanche, rosée, aigrelette; généralement elle enveloppe vingt-cinq amandes blanches, huileuses, qui, en séchant, prennent une teinte brune superficielle. On reconnaît la maturité du fruit à sa couleur et à la facilité avec laquelle on le cueille. On fait, par an, deux récoltes principales, mais dans une grande culture on cueillette tous les jours, et il n'est pas rare de voir un arbre porter à la fois des fleurs et des fruits. Après avoir rompu la gousse, on retire les graines à l'aide d'un morceau de bois arrondi à l'extrémité, puis on les expose au soleil; le soir, on les rassemble en tas sous un hangar. Il s'y manifeste bientôt une fermentation active, qui serait nuisible si on la laissait accroître, car le cacao frais amoncelé s'échauffe fortement: aussi le matin on étale les graines à l'air.

100^{kg} de semences fraîches rendent 45^{kg} à 50^{kg} de cacao sec et marchand. Dans le Venezuela, un cacaoyer ayant dépassé l'âge de sept à huit ans en fournit annuellement $0^{kg},75$. C'est lorsqu'il est parvenu à l'âge de douze ans qu'il rapporte le plus : ainsi, dans le haut Magdalena, à Gigante, d'après Goudot, un arbre rend, par an, 2^{kg} de graine.

La culture d'une cacaoyère exige un personnel peu nombreux; un homme suffit pour surveiller mille arbres. Ce qu'on redoute le plus, ce sont les intempéries subites; ainsi, par un temps favorable, si les fruits, près de la maturité, reçoivent une ondée, ils tombent, parce que leurs vaisseaux s'imbibent et se rompent en subissant une turgescence; mais la principale occupation d'un major-dome, c'est de défendre la récolte contre l'attaque des animaux.

Les singes, les cerfs, et particulièrement les oiseaux, re-

cherchent les gousses avec avidité; des bandes de perroquets planent incessamment au-dessus des plantations, et l'on ne réussit à les éloigner que par un bruit intense et continu, par un roulement de tambours entretenu du matin au soir. Dans un cacagual où je séjournai, à Tucupido, près Maracay, un esclave me disait : « Heureusement que les papagallos dorment toute la nuit. »

Le genre cacaoyer (*theobroma*) appartient à la famille des *Buttnériacées :* il comprend plusieurs espèces, dont la plus importante est le *theobroma cacao,* dont les caractères varient selon la provenance. On distingue dans le commerce : le *caraque* du Venezuela; le *soconusco* de Guatemala; le *maragnan* de l'Amazone; le *cayenne,* le *guayaquil,* etc.

Le cacao est décortiqué par la torréfaction opérée à une chaleur modérée. La coque devient friable et se détache aisément; on l'enlève par un vannage. En se torréfiant, la fève acquiert, comme celle du café, une odeur due à une infime proportion d'un principe volatil : c'est l'arome qu'on perçoit dans le chocolat.

De 100 parties de semences venant de la Trinidad, nous avons eu 12 de coques.

Les fèves du cacaoyer sont riches en principes nutritifs; indépendamment d'une forte dose de matière grasse, de beurre, on y trouve des substances azotées analogues à l'albumine, à la caséine; de la théobromine; des composés à constitution ternaire; ces éléments varient nécessairement en quantité d'après l'origine. Un habile chimiste, M. L'Hôte, a fait à ce sujet d'intéressantes observations sur les coques, le beurre, les substances azotées, les matières minérales (cendres), l'eau, contenues dans des produits que M. Menier avait mis à sa disposition.

Décortication.

100 de graines ont donné :

Provenances.	Coques.
Trinité	9,88
Puerto Cabello	13,21
Carupano	14,84
Para	10,39
Venezuela	12,45
Haïti	8,93
Martinique	8,97
San Yago	14,47
Guayaquil	10,32
Maragnan	11,27
Caraque	15,85

Amande décortiquée et privée de germe.

Dans 100 parties :

Provenances.	Eau.	Beurre.	Cendres.	Azote.	Albumine calculée.
Guayaquil	6,50	40,10	3,75	2,38	14,9
Carupano	6,50	47,70	3,35	2,18	13,6
Puerto Cabello	7,00	40,36	3,75	2,18	13,6
Puerto Cabello torréfié	5,00	45,23	3,65	2,19	13,7
Haïti	6,00	42,96	2,85	2,24	14,0
Trinité	6,50	48,93	2,95	2,23	13,0
Martinique	7,50	41,20	2,75	2,25	14,5
Martinique torréfié	2,00	45,56	2,90	2,32	18,0
Para	6,20	37,13	3,15	2,09	13,1
Guayra	7,00	35,96	4,00	2,18	13,6
Guayra torréfié	4,60	49,26	3,70	2,20	14,4
Maragnan torréfié	4,20	45,80	2,75	2,22	13,7
San Yago	6,00	46,03	2,25	1,88	11,1
Caraque	4,20	51,50	4,00	2,16	13,5

L'azote dosé par M. L'Hôte appartenait à deux substances :

L'albumine, dont 100 parties en contiennent 16;

La théobromine, dont 100 parties en contiennent 31.

Les recherches sur la composition du cacao faites jusqu'à présent laissent à désirer; il est bon cependant d'en rappeler quelques-unes, bien que, aujourd'hui même, malgré les progrès de l'analyse, les résultats sont encore loin d'être satisfaisants.

D'après Payen, les cacaos mondés, mais non torréfiés, contiendraient pour 100 :

Beurre	48	à	50
Albumine	21	à	20
Théobromine	4	à	3
Amidon et glucose	11	à	10
Cellulose	3	à	2
Substances minérales	3	à	4
Eau	10	à	12
	100		100

Dans le cacao de Guayaquil, Mitscherlich a indiqué :

Beurre	45	à	49
Albumine	13	à	18
Théobromine	1,2	à	1,5
Amidon	14	à	18
Glucose	0,6		
Cellulose	6,0		
Substances minérales	3,5		
Matière colorante	3,0		
Eau	6,3		
	92,6		

Goudot a découvert, dans les forêts de Muso, une nouvelle espèce de cacaoyer qu'il a nommée *Montaraz*, portant des graines très petites, de forme tétraédrique. Le chocolat préparé avec cette fève est amer et aromatique; j'y ai rencontré un acide ayant les caractères de

l'acide tartrique. Dans le montaraz, séparé de sa coque, j'ai trouvé :

Beurre	53,3
Albumine	12,9
Théobromine	2,4
Gomme, acide tartrique	6,7
Cellulose, amidon, ligneux	9,1
Substances minérales	4,0
Eau	11,6
	100,0

Dans les substances minérales (cendres) du cacao décortiqué Letellier a dosé :

Acide carbonique	1,0
Acide phosphorique	29,6
Acide sulfurique	4,5
Chlore	0,2
Potasse	33,4
Soude	0,0
Chaux	11,0
Magnésie	17,0
Silice	3,3
Oxyde de fer	traces
	100,0

Ces analyses montrent que les principes contenus dans les graines de cacao consistent en :

Matière grasse, beurre,
Albumine,
Théobromine,
Amidon,
Glucose,
Gomme,
Cellulose,
Acide tartrique libre ou combiné,
Tannin,
Substances minérales.

On se bornera ici à rappeler les propriétés de quelques-uns de ces principes.

Matière grasse.— Ce corps, désigné en pharmacie sous le nom de *beurre,* est blanc, brillant, à cassure cireuse, fusible à 30°, solidifiable à 23°. A la lumière polarisée, il présente, sous le microscope, un assemblage de nombreux cristaux.

Suivant MM. Specht et Goessmann, il serait formé d'oléine, de palmitine et d'une très forte proportion de stéarine.

Ce beurre, quand il est pur, ne rancit pas; il possède l'odeur du chocolat, developpée en infime proportion durant la torréfaction ; on met en évidence la présence de cet arome en distillant avec de l'eau la graine torréfiée. Cette apparition d'une huile volatile dans les conditions qu'on vient d'indiquer rappelle celle de l'arome du café développé pendant le rôtissage, où il se forme au plus $\frac{1}{10000}$ d'une essence suave, soluble dans l'eau, et d'une odeur bien caractérisée.

Pour en extraire le beurre, la graine a été broyée avec du sable de Fontainebleau, puis on a traité par du sulfure de carbone.

Théobromine. — On l'obtient en traitant le cacao par l'eau bouillante et en précipitant la solution par le sous-acétate de plomb. L'excès de plomb séparé, on évapore à siccité, puis on fait bouillir l'extrait dans l'alcool; par le refroidissement, la théobromine se dépose en une poudre cristalline; cette substance, peu soluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, a une grande affinité pour le tannin : c'est ce qui rend son dosage difficile; les chiffres adoptés doivent être considérés comme approximatifs, mais sa présence a été constatée dans tous les cacaos examinés; on l'aperçoit en cristaux prismatiques dans le tegment de la graine, formé de cellules aplaties.

Amidon. — Est signalé dans les anciennes analyses

en proportion exagérée. La fève de cacao a ses cellules remplies de granules amylacés, ovales ou arrondis, d'un diamètre de $0^m,003$ à $0^m,01$, et perdant rapidement la teinte violette que leur communique l'iode.

Gomme. — On l'obtient en versant de l'alcool dans la solution aqueuse provenant du cacao privé de beurre; la gomme précipitée, desséchée à l'étuve, a l'apparence de la gomme arabique et, comme cette matière, elle donne de l'acide mucique lorsqu'on la traite par l'acide nitrique. Cette gomme mucique a été rencontrée par M. Pasteur dans les vins; elle entre dans la constitution des fourrages, où elle remplit le rôle de l'aliment combustible du lait, la lactose; elle dévie fortement le rayon polarisé vers la droite : $[\alpha]_j + 68^\circ,6$. Par l'incinération, cette gomme mucique laisse une cendre formée de phosphate basique de magnésie.

Cellulose soluble. — On la sépare du tissu ligneux et de corps mal définis, par l'action de la liqueur de Schweitzer, ou en la saccharifiant par l'acide sulfurique.

Coque. — La coque renferme les mêmes principes que la fève. Dans la coque entière, venant du vannage après la torréfaction, on a dosé :

Beurre	3,90	
Matière azotée	14,25	d'après azote 2,8
Gomme mucique	12,12	
Acide tartrique, tannin	5,05	
Cendres	6,89	
Ligneux, cellulose et matières indéterminées	45,61	
Eau	12,18	
	100,00	

Dans les localités où la fabrication du chocolat a pris de l'extension, la production des coques est considérable : aussi, ce résidu n'ayant presque aucune valeur, on l'emploie

quelquefois comme engrais. Dans les environs de Paris, on en a fait des briquettes fertilisantes, en y faisant entrer des matières fécales. On l'a aussi utilisé pour l'alimentation des moutons. Sa nature, du reste, justifie ces applications : une matière grasse; une substance gommeuse ayant une constitution rapprochée de celle du sucre; un principe azoté, en partie digestible et capable de donner par la putréfaction un agent assimilable par les plantes.

Dans l'amande décortiquée du cacao de la Trinidad, on a trouvé :

	Non torréfié.	Torréfié.
Beurre	49,9	54,0
Amidon, glucose	2,4	2,5
Théobromine	3,3	3,6
Asparagine	traces	traces
Albumine	10,9	11,8
Gomme mucique	2,4	2,5
Acide tartrique	3,4	3,7
Tannin	0,2	0,2
Cellulose soluble	10,6	11,5
Cendres	4,0	4,4
Matières indéterminées	5,3	5,8
Eau	7,6	»
	100,0	100,0

Le cacao décortiqué, légèrement grillé, séparé des germes par un triage, est la base du chocolat dont l'usage est aujourd'hui si répandu. On n'a pas à en décrire ici la préparation : il suffira de rappeler qu'on l'obtient en broyant entre des cylindres maintenus à une certaine température un mélange de cacao mondé de diverses origines, des variétés aromatiques plus ou moins onctueuses; lorsque la masse est convenablement amollie, on y introduit du sucre par portion, de manière à entretenir la mollesse de la matière. Le broyage étant opéré au moyen de cylindres ou de

cônes animés de différentes vitesses, roulant sur une plate-forme en granite; on fait tomber la pâte dans des formes en fer-blanc. Le chocolat, en devenant solide par le refroidissement, éprouve un retrait, de sorte qu'il sort facilement des moules; on l'enveloppe alors d'une feuille d'étain pour le livrer à la consommation.

L'adjonction du sucre au cacao explique bien la faculté nutritive du mélange; c'est évidemment un des aliments les plus promptement réparateurs.

Les Mexicains préparaient avec le cacao une pâte, le *chocolatl,* dans laquelle on faisait entrer un peu de farine de maïs, de la vanille et le fruit d'un piment. On broyait et moulait le produit à l'aide d'instruments qui ont été adoptés par les Européens. Les Indiens sauvages suçaient la pulpe douce et acidulée de la gousse du cacaoyer et rejetaient les graines, qu'on trouvait accumulées là où ils avaient bivouaqué.

Le P. Gili, en se fondant sur un passage de la *Monarquia indiana,* publiée par Torquemada, assure que les Aztèques faisaient l'infusion du chocolatl à l'eau froide.

Jusqu'au XVIe siècle, les voyageurs différaient beaucoup dans les jugements qu'ils portaient sur cette substance. Acosta considérait le cacao comme un préjugé; Humboldt remarque que ce jugement rappelle la prédiction faite sur l'usage du café. En revanche, Fernand Cortès en exagérait peut-être la valeur; celui qui en a bu une tasse, écrivait un page du conquérant, « peut marcher toute une journée sans prendre d'autre nourriture ». Je reconnais toutefois que, dans une expédition au loin, lorsqu'il est d'une impérieuse nécessité de réduire le poids des rations, le chocolat offre des avantages incontestables et que j'ai eu plus d'une fois l'occasion d'apprécier. En France, la nouvelle boisson eut des partisans et des détracteurs. On sait ce qu'en dit Mme de Sévigné dans une lettre adressée à sa

fille : « J'ai voulu me raccommoder avec le chocolat; j'en pris avant hier pour digérer mon dîner, afin de bien souper, et j'en pris hier pour me nourrir et pour jeûner jusqu'au soir : il m'a fait tous les effets que je voulais ; voilà de quoi je le trouve plaisant : c'est qu'il agit selon l'intention. »

Le chocolat possède une qualité essentielle, celle de renfermer sous un faible volume une forte proportion de matières nutritives. Humboldt rappelle qu'on a dit avec raison qu'en Afrique le riz, la gomme, le beurre du shea aident l'homme à traverser les déserts ; il ajoute que, dans le nouveau monde, le chocolat, la farine de maïs, lui rendent accessibles les plateaux des Andes et de vastes forêts inhabitées.

La fabrication du chocolat a fait en Europe de grands progrès. En examinant les produits des principaux établissements, on arrive à cette conclusion que, dans les chocolats loyalement préparés, il n'entre que du cacao et du sucre. Voici un Tableau contenant les résultats obtenus au Conservatoire des Arts et Métiers en soumettant à l'analyse des chocolats, les uns fabriqués à Paris dans divers établissements et les autres en Espagne, dans les usines de M. Matias Lopez. On doit faire observer que, dans les produits considérés comme de bonne qualité, le sucre, le beurre, l'albumine, les matières minérales, l'eau ont été déterminés avec précision. Le dosage du sucre a été exécuté après avoir éliminé la gomme appartenant au cacao et dont le pouvoir rotatoire très prononcé et dextrogyre aurait été une cause d'erreur dans l'estimation de la matière sucrée.

Quant aux autres substances, les difficultés qu'on éprouve à les isoler laissent certainement des incertitudes sur les nombres adoptés, mais ce qu'il importait, c'était d'en signaler la présence et la nature. L'arome, la saveur, l'odeur d'un chocolat dépendent particulièrement du choix

des matériaux entrant dans sa constitution et apportant des caractères que peut seul apprécier un dégustateur.

On ajoutera que les échantillons des chocolats examinés et dont on connaît la provenance sont conservés comme pièces pouvant servir à la vérification des analyses.

	Chocolats français.			Chocolats espagnols Lopez.		
	n° 1.	n° 2.	n° 3.	n° 1.	n° 2.	n° 3.
Sucre..	59,07	57,47	56,34	54,00	41,40	41,40
Beurre de cacao.	21,40	22,20	23,80	20,50	24,80	26,60
Amidon et glucose.....	1,83	1,83	0,97	1,33	1,84	1,74
Théobromine...	1,26	1,33	1,43	1,89	2,64	2,50
Asparagine....	indice	indice	indice	indice	indice	indice
Albumine	4,57	4,75	4,99	6,45	8,67	8,21
Gomme mucique	1,02	1,07	1,14	1,33	1,84	1,74
Acide tartrique.	1,41	1,48	1,58	1,97	2,72	2,51
Tannin et matière colorante.	0,20	0,20	0,20	0,07	0,15	0,14
Cellulose soluble	4,53	4,70	5,04	6,22	8,45	8,00
Cendres.....	1,79	1,75	1,87	2,43	3,23	3,06
Eau.....	1,22	1,28	0,98	1,51	1,20	1,33
Matières indéterminées.....	1,70	1,92	1,66	2,30	3,06	2,71
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Les quantités du sucre varient notablement. A ce sujet, nous rapporterons les observations intéressantes transmises par un habile fabricant espagnol.

Les cacaos de Soconusco et de Caracas sont les plus estimés; celui de Guayaquil est recherché à cause de son prix moins élevé et de sa bonne qualité quand il a été conservé avec soin.

Voici, d'après M. Lopez, la composition des chocolats fabriqués dans son usine.

1. 25 libras de cacao de Guayaquil, après avoir été séparé des coques et germes,

	Libras.
A pesé	19
Sucre brut	22
Chocolat obtenu	41

Pour 100, sucre 53,65.

2.

	Libras.
Cacao de Guayaquil	16
Cacao de Caracas	9
Cannelle	0,7

	Libras.
Nettoyé, mélangé, a pesé	19
Sucre blanc	18
Chocolat obtenu	37

Pour 100, sucre 48,6.

3.

	Libras.	
Cacao Caracas	18	non nettoyé
Cacao Guyaquil	7	
Sucre blanc	16	
Cannelle	0,7	
Chocolat obtenu	35	

Pour 100, sucre 45,7.

4.

	Libras.	
Cacao Caracas	25	non nettoyé.
Sucre blanc	14	
Cannelle	0,7	
Chocolat obtenu	33	

Pour 100, sucre 42,41.

		Libras.	
5.	Cacao Caracas.....	18	non nettoyé.
	Cacao Soconusco.....	7	
	Sucre raffiné.....	13	
	Cannelle.....	0,7	
	Chocolat obtenu.....	32	

Pour 100, sucre 40,6.

Ces proportions de 42 et 41 parties de sucre sont précisément celles trouvées dans 100 parties de deux chocolats remis au Conservatoire par M. Lopez.

La quantité de sucre ajoutée au cacao est donc assez différente. Par exemple, d'après nos analyses et les synthèses indiquées par M. Lopez, on voit que dans 100 de chocolat il y a sucre de canne :

Fabriques de Paris...	1.....	59,1
	2.....	57,5
	3.....	56,3
	4.....	55,1
Fabriques de Madrid.	1.....	53,6
	2.....	48,6
	3.....	45,7
	4.....	42,4
	5.....	41,4
	6.....	41,4
	7.....	40,6

Les proportions de sucre étant très élevées, on a cru devoir rechercher ce qu'elles seraient dans des produits de qualités exceptionnelles, dans trois échantillons de diverses fabriques (1) :

(1) Ces chocolats étaient cotés à 10fr le kilogramme.

I. Chocolat de santé extra-fin.
II. Chocolat par excellence.
III. Chocolat surfin.
On a dosé pour 100 :

	Sucre.	Azote.		Matières azotées.
I.....	57,54	0,86	représentant	5,37
II.....	57,54	0,81	»	5,05
III.....	53,49	1,00	»	6,28

Ce sont, à très peu près, les quantités de sucre rencontrées dans quatre des chocolats de choix dont la composition est insérée au Tableau; il y a toutefois cette différence, que les chocolats de qualités exceptionnelles n'ont pas fourni la moindre trace de glucose.

Le chocolat I remis par M. Masson, et désigné comme chocolat de santé extra-fin, renfermait, pour 100 :

Beurre.....	21,60
Cendres.....	2,49
Eau.....	3,20

On peut donc exprimer sa composition par :

Sucre.....	57,54
Cacao.....	42,46
	100,00

Le développement de l'industrie du chocolat en France ressort d'un document dû à l'obligeance de M. Marie, membre de la Société d'Agriculture et Directeur du commerce extérieur : c'est un état des quantités de cacao importées depuis 1860 jusqu'en 1881.

Importation.

	Unité.	Taux d'évaluation.	Quantités.	Valeurs.
		fr		
1860	Kilog.	1,50	4716599	7074899
1865	Id.	1,55	6008812	9313659
1869	Id.	1,45	8249109	11961208
1875	Id.	1,43	8725420	12477351
1880	Id.	1,80	10766986	19380575
1881. Belgique			3	20751747
Angleterre			784335	
Portugal			86123	
États-Unis, oc. Atlant.			96080	
Nouvelle-Grenade			1133963	
Venezuela			2629294	
Brésil			4435797	
Équateur			185391	
Haïti	Id.	1,72	282827	
Poss. ang. d'Amér. N.			189118	
Poss. esp. d'Amér.			1484206	
Poss. holl. d'Amér.			105583	
Guadeloupe			202845	
Martinique			496820	
Autres pays			68863	
			12181248	

L'importation, qui était en 1860 de 4 706 599^{kg}, s'est élevée, en 1881, à 12 181 248^{kg}.

Par l'association de l'albumine, de la graisse, des congénères du sucre et la présence des phosphates, le cacao et le chocolat rappellent la constitution du lait, le type, suivant Prout, de tout régime entrant dans la nourriture de l'homme. Il est intéressant de comparer les deux aliments.

	Lait de vache pour 100.	Matières fixes du lait pour 100.
Albumine	4,0	29,4
Beurre	4,4	32,4
Sucre de lait	4,4	32,4
Phosphates, sels	0,8	5,8
Eau	86,4	»
	100,0	100,0

L'émulsion de chocolat varie nécessairement en consistance d'après le volume d'eau avec laquelle on la prépare; assez généralement on met un cinquième de chocolat : c'est la dose qu'on a employée dans un essai.

57gr,9 de tablettes n° 3, dont la composition est indiquée plus haut, ont donné 342gr d'émulsion dans laquelle il entrait :

	gr
Albumine	3,0
Beurre	14,0
Sucre	32,0
Sels, phosphates	1,0

L'albumine, déduite du dosage de l'azote, est calculée à l'état sec; elle représente un poids d'albumine humide, de viande, de 12gr à 15gr.

342gr de lait de vache auraient contenu :

	gr
Albumine	13,6
Beurre	15,0
Sucre de lait	15,0
Sels, phosphates	2,7

On voit que le lait est bien plus riche en matières azotées; il contient moins de sucre; le beurre est dans la même proportion.

Un chocolat dans lequel il y aurait une plus faible dose de matière sucrée procurerait une boisson d'une composition plus rapprochée de celle du lait. Ainsi, en Espagne,

d'après M. Lopez, l'émulsion est souvent faite avec 80gr d'eau et 32gr de chocolat.

Dans les 112gr d'émulsion il y aurait alors, conformément aux analyses II et III du Tableau :

	gr
Sucre	13,2
Beurre	8,2
Albumine	2,7
Phosphates, sels	1,0
Autres matières	6,9
	32,0

Dans tous les chocolats analysés, le poids du sucre a été égal et quelquefois supérieur à celui du cacao entrant dans leur constitution ; on en jugera par les dosages faits par M. L'Hôte sur des échantillons de pâtes, remis au Conservatoire par MM. Menier, Borel et Köhler.

Pâte de cacao.	Beurre.	Albumine.	Cendres.	Eau.
De la Martinique	55,0	13,1	2,5	4,0
De la Guayra	49,3	14,0	3,7	4,6
De Caracas	51,0	12,0	3,6	4,2
De la Trinidad	49,6	»	2,4	5,0
De Puerto Cabello	51,6	»	3,6	3,2
De Carapano	53,4	»	3,5	3,0
De Para	56,6	»	2,5	4,9
De Venezuela	51,0	»	3,2	5,0
De Para, grabeaux et tamisage	35,4	»	3,8	4,3
De Para, grabeaux purs.	40,0	»	5,4	4,8

Prenant la pâte de cacao caraque, considérée comme le meilleur type, et dans l'état où M. L'Hôte l'a examinée, on a, pour sa teneur en beurre, en albumine et en phosphate :

Beurre	51,0
Albumine	12,0
Phosphate, sels	3,6
Sucre	0,0
Autres matières	33,4
	100,0

Ainsi, en mêlant à 100 de cette pâte 100 de sucre, on obtiendrait un chocolat renfermant :

Sucre	50,0
Beurre	25,5
Albumine	6,0
Phosphate, sels	1,8
Autres matières	16,7
	100,0

Ce serait à peu près la composition moyenne des chocolats français, I, II, III :

Sucre	57,6
Beurre	22,5
Albumine et bromine	6,1
Phosphate, sels	1,8
Autres matières	12,0
	100,0

Mais les chocolats analysés sont plus riches en sucre; aussi, en incorporant à la pâte caraque 60 pour 100 de sucre, on aurait un chocolat formé de :

Sucre	60,0
Beurre	20,4
Albumine	4,8
Phosphate, sel	1,4
Autres matières	13,4
	100,0

C'est le chocolat I du Tableau dans lequel il y avait :

Sucre	59,1
Beurre	21,4
Albumine	4,6
Phosphate, sels	1,8
Autres matières	13,1
	100,0

Un mélange de 60 de la même pâte et de 40 de sucre donnera un chocolat formé de :

Sucre	40,0
Beurre	30,6
Albumine	7,2
Phosphate, sels	2,2
Autres matières	20,0
	100,0

composition approchant de celle du chocolat espagnol III.

La forte proportion du sucre entrant dans ces produits atténue nécessairement leur faculté nutritive. Aussi, dans l'Amérique méridionale, lorsqu'il s'agissait d'une expédition sur les fleuves ou à travers les forêts, on préparait le chocolat destiné aux approvisionnements avec 80 de cacao et 20 de sucre brut, composition représentée par :

Sucre	20
Beurre	41
Albumine	10
Phosphate, sels	3
Autres matières	26
	100

Un homme recevait par jour 60^{gr} de ce chocolat dans lesquels il y avait :

Sucre	12
Beurre	26
Albumine	6

C'était une utile addition à la ration, formée de viande de bœuf légèrement salée, séchée à l'air (*tasajo*), de riz, de biscuit de maïs ou de galettes de cassave.

On terminera en reproduisant quelques réflexions qui ont surgi sur le chocolat à l'Exposition internationale de la Grande-Bretagne.

On a fait remarquer que, parvenu à un certain état de civilisation, l'homme associe fréquemment à sa nourriture des plantes qui agissent sur son organisme à la manière des boissons fermentées. Comme le vin pris à dose convenable, ces aliments favorisent la digestion, surexcitent la mémoire, exaltent l'imagination et développent un sentiment de bien-être, sans donner lieu à cette réaction fâcheuse qu'occasionne souvent l'abus des liqueurs alcooliques.

C'est un fait curieux que les races humaines séparées par les plus grandes distances, n'ayant jamais eu de communications entre elles, préparent avec certains végétaux des breuvages excitants : le thé en Chine, le café en Arabie, le maté au Paraguay, le coca au Pérou, le cacao au Mexique; utilisant tantôt les feuilles, tantôt les graines de plantes dont les genres botaniques n'ont aucune analogie, mais, malgré cette différence, exerçant une même action sur le système nerveux, sur la digestion : c'est que, en réalité, il y a dans ces végétaux des substances possédant la constitution des alcaloïdes doués de propriétés semblables : c'est la caféine, dans les feuilles du thé; du maté, dans les semences du café; la cocéine, dans les feuilles de coca; la théobromine, dans les graines du cacaoyer. Ainsi, le Chinois, l'Arabe, l'Indien du Paraguay, l'Inca, l'Aztèque, étaient sous l'influence d'un même agent quand ils avaient pris leur boisson habituelle, dont l'usage est maintenant si répandu chez toutes les nations.

Sans doute les infusions de thé, de maté, de café, de coca ne sauraient être considérées comme des aliments. Les matières fixes qu'elles renferment sont en trop faibles proportions et elles n'agissent qu'en vertu de leur alcaloïde. Il n'en est pas ainsi du chocolat : c'est à la fois un aliment complet et un excitant énergique, puisqu'il approche, par sa constitution, de la nourriture par excellence, le lait. En effet, nous avons vu que dans le cacao il y a de la légumine, de l'albumine, de la viande

végétale associée à de la graisse, à des matières amylacées, sucrées, entretenant la combustion respiratoire, enfin des phosphates, matériaux du système osseux, et de plus, ce que le lait ne contient pas, de la théobromine et un arome délicat. Torréfié, broyé, mêlé au sucre, le cacao constitue le chocolat, dont les propriétés nutritives étonnèrent les soldats Espagnols qui envahirent le Mexique.

SUR LA COMPOSITION

DES

SUBSTANCES MINÉRALES COMBUSTIBLES.

J'ai réuni dans ce Mémoire les résultats d'analyses exécutées au Conservatoire des Arts et Métiers, sur des bitumes, des lignites, des résines fossiles, des houilles et des anthracites rapportés d'Amérique; et comme termes de comparaison, les analyses des mêmes matières recueillies dans diverses localités. Ainsi, je dois à l'obligeance de MM. Daubrée et Fremy d'avoir pu étendre mes recherches sur des échantillons provenant des collections de l'École des Mines et du Muséum.

On a commencé ce travail par l'étude des bitumes de l'Alsace.

Le bitume est extrait, à Bechelbronn, par l'ébullition du sable dans l'eau; maintenu ensuite dans une chaudière à une température suffisante pour que les matières terreuses tenues en suspension se déposent; après le refroidissement, il a une consistance visqueuse; sa couleur est brun foncé, c'est la graisse minérale, *stein œl*, qu'on substitue aux corps gras pour atténuer le frottement dans les engrenages, pour lubrifier les essieux des voitures.

L'alcool à 40°, en contact avec ce bitume, prend une teinte jaunâtre, due à une huile qu'on peut séparer par la distillation. C'est le principe liquide du bitume visqueux, le pétrolène; il possède une faible odeur. A 21°, sa densité était de 0,891. A —12°, il est resté liquide; en le refroidissant jusqu'à près de 100° au-dessous de zéro, par l'in-

tervention de l'acide carbonique congelé, il n'y a pas eu apparition de cristaux; le pétrolène a pris la consistance du miel. Il entre en ébullition à 280° sans éprouver d'altération sensible si l'on opère à l'abri de l'air.

Pour sa composition, on a trouvé :

	I.	II.
Carbone.....	88,14	88,09
Hydrogène.....	11,86	11,91
	100,00	100,00

Par l'action de l'alcool, le bitume visqueux devient consistant, mais il est difficile de lui enlever toute la partie fluide; la distillation directe, à une chaleur suffisamment élevée, ne donne pas un résultat plus satisfaisant. Le moyen qu'on a employé pour enlever au bitume visqueux la totalité du principe volatil a été de le soumettre à une température de 250° dans l'étuve à bain d'huile de Gay-Lussac, jusqu'à ce que son poids ne diminue plus. L'opération est fort longue, il a fallu chauffer pendant cinquante heures, alors même qu'on n'agissait que sur 2gr de matière étendus sur une grande surface. La substance solide, ainsi préparée, est d'un noir très brillant, à cassure conchoïde, plus dense que l'eau, devenant molle, élastique, quand on la chauffe à 300° et s'altérant avant d'entrer en fusion. Le bitume visqueux a été soumis à l'analyse :

	I.	II.	Moyenne.
Carbone.....	85,93	85,78	85,85
Hydrogène...	11,20	11,43	11,31
Oxygène.....	2,87	2,80	2,84
	100,00	100,00	100,00

Il en résulterait que le bitume visqueux de Bechelbronn laisserait à l'étuve à peu près 21 pour 100 de bitume solide;

et il est remarquable que ce résidu retienne une aussi forte proportion d'oxygène. Au reste, dans des asphaltes, on verra qu'il y a quelquefois 10 à 12 pour 100 de cet élément.

Les bitumes visqueux, mous et fluides sont évidemment des mélanges de substances de propriétés différentes : les unes liquides, volatiles, comme le pétrolène, le naphte ; les autres solides, fixes, ayant une composition rappelant celle de l'asphalte. On comprend, dès lors, pourquoi la consistance des bitumes est aussi variable, puisqu'elle est la conséquence de la nature des principes entrant dans leur constitution.

Les gisements bitumineux sont connus en Alsace depuis longtemps. En 1498, Wimpheling écrivait qu'à Bechelbronn on trouvait une huile minérale qu'on employait à l'éclairage et au graissage des essieux. Le terrain est une marne renfermant des couches ou plutôt des amas d'un sable quartzeux imprégné de bitume. A Lobsan, le calcaire d'eau douce contient des bandes peu épaisses de lignite intercalées, de nombreux vestiges de végétaux, des empreintes de tiges de *Chara,* de Dicotylédones, des Prêles et de très belles feuilles d'un Palmier, le *Chamærops Flabellaria maxima;* les lignites, en longues aiguilles, sont les débris du tronc de ce palmier, dont l'abondance suffit pour classer le terrain dans le miocène. Dans une argile superposée au calcaire, j'ai rencontré un fossile intéressant : la mâchoire d'un animal que Cuvier a décrit sous le nom d'*Anthracotherium alsaticum.*

I. — Bitumes mous, bitumes liquides.

Pris sur l'eau remplissant un ancien trou de sonde percé dans une prairie.

Très fluide, brun, odeur de pétrole, il n'a pas laissé de cendres après sa combustion.

Pour 100 :

Carbone	87,5
Hydrogène	11,1
Oxygène	0,3
Azote	1.1 (1)
	100,0

Bitume liquide de Schwabweiler, près Hatten. — Brun, odeur de pétrole; provenait d'un sondage.

Carbone	85,38
Hydrogène	12,33
Oxygène	2,17
Azote	0,12
	100,00

Bitume de Bastennes. — On l'extrait en traitant le minerai par l'eau bouillante; noir, très mou; densité, 1,121.

Carbone	85,74
Hydrogène	9,58
Oxygène	2,88
Azote	1,80
	100,00

Bitume du Pont-du-Château (Auvergne). — Apparaît dans un terrain tertiaire en rapport avec une coulée de basalte; noir, mou; densité, 1,068.

Carbone	77,52
Hydrogène	9,58
Oxygène	10,53
Azote	2,37
	100,00

(1) L'azote dosé par combustion.

Bitume des Abruzzes, environs de Naples. — Noir, solide, cassure conchoïde.

Carbone	81,83
Hydrogène	8,28
Oxygène	8,83
Azote	1,06
	100,00

Naphte noir de Balakhang (Pen-Apcheron). — Remis par M. Daubrée.

Carbone	85,42
Hydrogène	6,66
Oxygène	7,76
Azote	0,16
	100,0

Bitume de Cuba. — Densité, 1,06.

Carbone	81,5
Hydrogène	9,6
Oxygène et azote	8,9
	100,0

Bitume des bords de l'Orénoque. — Noir, très solide.

Carbone	77,93
Hydrogène	7,94
Oxygène	13,87
Azote	0,26
	100,00

Bitume noir consistant de Bocanemé, vallée de la Magdalena (Nouvelle-Grenade).

Carbone	88,52
Hydrogène	11,36
Oxygène	0,00
Azote	0,12
	100,00

Bitume des environs d'Ambalema, vallée de la Magdalena. — Noir, très consistant à la température de 30°. 100 parties ont laissé 0,152 de cendres ferrugineuses.

Carbone	88,31
Hydrogène	9,64
Oxygène	1,68
Azote	0,37
	100,00

Bitume des puits de feu de la Chine. — M. Bertrand a envoyé à l'Académie des Sciences du bitume et de l'eau salée provenant d'un gisement décrit par M. Imbert, missionnaire en Chine : l'eau d'un puits salin, le bitume d'un puits de feu *Ho-tsing*. Dans la province de *Szu-tchhuan*, célèbre par le nombre et l'importance des sources salées, on compte, sur une surface d'environ 50 lieues carrées, quelques milliers de puits salins. Ce sont des trous de sonde que l'on fore pour se procurer du sel ; ils ont généralement 500 à 600^{m} de profondeur et un diamètre de 0^{m},20 ; on les exécute par le sondage à la corde. Pour y puiser l'eau salée ou le bitume, on y descend une tige creuse de bambou ayant 8^{m} de longueur, et munie d'une soupape. L'eau rend à peu près le cinquième d'un sel légèrement amer. Cette proportion s'approche de celle que j'ai constatée ; le liquide salé remplissait un morceau de tige de bambou. On y a dosé, pour 100 :

Chlorure de sodium	16,0
» de calcium	3,9
» de magnésium	1,3
Chlorhydrate d'ammoniaque	traces
Eau	78,8
	100,0

On a constaté l'absence de sulfates. Cette eau renferme cinq fois plus de sel que l'eau de la mer.

Il se dégage constamment des puits salins un gaz très combustible. Aussi est-il dangereux d'approcher de leur orifice un corps enflammé. On exécute même des sondages uniquement pour se procurer du gaz; ces sources de feu sont très communes à *Tseu-lieou-tsing*. L'eau ayant tari dans un de ces puits, on sonda jusqu'à 1000^{m}; l'eau salée ne reparut point; lorsque la sonde fut parvenue à cette énorme profondeur, il sortit subitement un jet de gaz qui est utilisé aujourd'hui pour chauffer les chaudières évaporatoires et éclairer les ateliers d'une saline.

Le bitume des sources de feu est d'un vert obscur par réflexion, brun quand la lumière le traverse; à 15 ou 20°, sa consistance est celle de l'huile; il est dissous en totalité par l'éther sulfurique. Soumis à la distillation, en plaçant la cornue qui le renferme dans un bain de cire permettant d'élever graduellement la température, le bitume abandonne à 100° une huile ayant l'apparence du naphte. Il fallut porter le bain à 150° pour déterminer une distillation continue. On a recueilli alors, sans qu'il y ait eu ébullition, un carbure d'hydrogène d'un jaune pâle ayant les propriétés du pétrolène; en élevant et maintenant la température à près de 200°, il est resté dans la cornue une substance d'un noir brillant qui est devenu solide après le refroidissement. En opérant sur quelques grammes de bitume, on a pu estimer assez exactement les quantités des trois produits qu'on vient de mentionner :

Huile très volatile analogue au naphte.....	1
Huile lourde.....	86
Bitume solide.....	13
	100

Un caractère des bitumes des puits de feu de la Chine, c'est de prendre une assez grande consistance par l'abaissement de la température. A 15°, il est très liquide; mais à 0°, il devient assez visqueux pour couler difficilement;

puis, la température s'abaissant encore, il s'en sépare une substance grenue, de la naphtaline. Aussi le bitume refroidi, jeté sur un filtre, se sépare-t-il en deux parties : l'une, liquide, brune, passant lentement ; l'autre, extrêmement consistante, reste sur le papier ; c'est évidemment un mélange de naphtaline et de bitume liquide.

Bitume des puits de feu. — Partie filtrée ; n'a laissé après la combustion qu'une trace de cendre grise.

Carbone	86,82
Hydrogène	13,16
Oxygène	0,00
Azote	0,02
	100,00

Partie restée sur le filtre et exprimée : 100 parties ont laissé 0,196 de cendre grise.

Carbone	82,85
Hydrogène	13,09
Oxygène	4,06
Azote	0,00
	100,00

Les sources salées sont souvent concomitantes des gisements de bitume. Par exemple, en Alsace, la saline de Soultz-sous-Forêts est dans le terrain tertiaire, et, comme en Chine, les sondages donnent issue à des quantités très abondantes de gaz inflammable, dont le dégagement est accompagné ou suivi d'émissions d'un bitume fluide contenant de la naphtaline, ainsi que l'a reconnu M. Le Bel. Ces émissions proviennent sans aucun doute de grandes profondeurs ; car le gaz emprisonné dans ces huiles minérales s'y trouve à une pression supérieure à celle de 15^{atm}. Toutefois, le seul fait, à ma connaissance, indiquant que le bitume liquide, le pétrole, sort quelquefois des roches d'une ancienne époque, est celui observé par de Humboldt, dans

l'Amérique méridionale : une source d'huile dans un micaschiste baigné par la mer à la Punta de *Araya* dans le golfe de *Cariaco*. Rappelons ici que, aux États-Unis, on a retiré d'immenses quantités d'huiles minérales lourdes et légères des terrains siluriens et dévoniens.

BITUMES SOLIDES : ASPHALTE.

L'asphalte est noir, amorphe, à cassure conchoïde, d'une densité de 1,1 à 1,2; il acquiert l'électricité résineuse. Par la distillation sèche, ce minéral est altéré et produit des huiles empyreumatiques accompagnées d'une eau légèrement ammoniacale. L'alcool absolu en extrait quelquefois une résine jaune, soluble dans l'éther.

Asphalte d'Algérie, près d'Oran, remis par M. Le Bel : a laissé une trace de cendre rouge.

Carbone	73,47
Hydrogène	10,48
Oxygène	15,49
Azote	0,56
	100,00

Asphalte d'Égypte, remis par M. Le Bel :

Carbone	85,29
Hydrogène	8,24
Oxygène	6,22
Azote	0,25
	100,00

Asphalte de Coxitambo, près Cuenca, au Pérou.

Le gisement, très abondant, serait déposé sur le grès, en relation avec le calcaire néocomien, d'après de Humboldt. D'un noir brillant.

	I.	II.
Carbone.....	87,25	87,75
Hydrogène.....	9,69	9,68
Oxygène et azote...	3,06	2,57
	100,00	100,00

Bitume de Judée, de la mer Morte. — Ce bitume flotte en morceaux à la surface du lac Asphaltite. Les fragments que de Saulcy m'a remis sont noirs, brillants, durs, à cassure conchoïde. D'après M. Lartet, ils proviendraient des sources thermales et salines. J'ai analysé deux échantillons très purs.

	I.	II.
Carbone.....	77,12	77,84
Hydrogène.....	8,82	8,92
Oxygène.....	12,35	11,54
Azote.....	1,71	1,70
	100,00	100,00

Résines fossiles. — Dans les alluvions aurifères de l'Amérique du Sud, on rencontre assez souvent des substances ayant l'apparence de résine, de succin.

L'échantillon examiné a été trouvé à Bucaramanga, province du Soccoro, dans le lavage de Giron. On l'avait détaché d'un bloc pesant 12^{kg}.

La résine de Giron est d'un jaune pâle, transparente; elle fond facilement et brûle avec une flamme peu fuligineuse sans laisser de résidu. Par le frottement elle devient fortement électrique; insoluble dans l'alcool, elle se gonfle, devient opaque dans l'éther. Sa densité est un peu supérieure à celle de l'eau. Par son aspect, sa translucidité, sa couleur, elle peut être confondue avec le succin; mais, en la distillant, on n'a pas réussi à en extraire de l'acide succinique.

Carbone	82,7
Hydrogène	10,8
Oxygène	6,5
Azote	0,0
	100,0

Résine fossile des alluvions aurifères de Santa-Rosa, province d'Antioquia (*Nueva Granada*). Elle est d'un brun clair, se rencontre en morceaux volumineux ayant la cassure conchoïde, devient électrique, brûle sans laisser de cendre.

Carbone	77,80
Hydrogène	9,60
Oxygène	12,57
Azote	0,03
	100,00

Résine fossile des alluvions aurifères del Retiro, province d'Antioquia. On la rencontre en fragments d'un jaune-orange; elle a l'aspect de la mellite, sans structure cristalline, électrique; chauffée dans un tube, il s'en dégage de l'eau un peu acide; soluble à froid dans l'alcool à 40°, très soluble dans l'éther; les solutions sont légèrement acides.

Carbone	71,89
Hydrogène	6,51
Oxygène	21,57
Azote	0,03
	100,00

Cire de montagne de Balkin (Russie). — Fusible à 62°; éclat cireux, on la trouve en amas considérables dans une île voisine de Bakou; l'échantillon examiné avait une couleur brune. On la désigne sous le nom d'*ozocérite*.

100 parties renfermant : eau, 1,14, ont laissé : cendres grises, 6,390.

Cendres et eau déduites :

Carbone	84,33
Hydrogène	13,71
Oxygène	1,96
Azote	0,00
	100,00

De l'ozocérite, de Truskawicg, en Gallicie, contenait :

Carbone	84,62
Hydrogène	14,29
Oxygène	1,09
	100,00

Élatérite. — Bitume élastique, caoutchouc fossile.

Cette substance cède facilement à la pression; translucide sur les bords, d'un brun noir, éclat gras, élastique; densité, 0,90 à 1,2; odeur bitumineuse; fusible. En partie soluble dans l'éther, exposée à l'air, l'élatérite perd de son poids par l'émission d'un principe volatile.

Un échantillon de Salt Erk (Australie), remis par M. Daubrée, contenait pour 100 : eau, 0,25; cendres, 5,30.

Carbone	72,13
Hydrogène	10,30
Oxygène	16,84
Azote	0,71
	100,00

Rétinasphalte de Bovey, Devonshire. — Remis par M. Fremy. Jaune brun, élastique, devenant dur par l'exposition à l'air.

Carbone	74,12
Hydrogène	8,18
Oxygène	17,51
Azote	0,19
	100,00

Jonite de Californie. — Remis par M. Fremy. Bitume mou.

Carbone	67,55
Hydrogène	7,13
Oxygène	25,05
Azote	0,27
	100,00

Guayaquilite. — Résine amorphe, jaune clair. Densité, 1,092; fusible à 70°; soluble dans l'alcool; a été trouvée en masses volumineuses dans les environs du port de Guayaquil, république de l'Équateur.

Carbone	77,01
Hydrogène	8,18
Oxygène	14,81
	100,00

Succin, ambre jaune. — Cassure conchoïdale, transparent; densité, 1,1. Prend l'électricité résineuse; entre en fusion vers 300°. Par la distillation, donne de l'eau et de l'acide succinique.

On a dit que le succin est la résine fossile d'une espèce éteinte de Conifère, le *Pinter succinifer.* Son gisement est généralement dans les lignites, mais on en rencontre fréquemment au milieu des alluvions, du sable, comme il arrive pour les blocs de résines fossiles, au milieu de sédiments aurifères de l'Amérique méridionale. J'ai observé le succin dans les argiles de la masse de sel gemme exploitée à Zipaquira, près de Santa-Fé-de-Bogota (Nouvelle-Grenade); les fragments, d'un jaune pâle, transparents, renfermaient des débris d'insectes. A Lobsann, en Alsace, on en extrait des petits nodules disséminés dans un lignite.

Dans un succin du Hainaut :

Carbone	78,8
Hydrogène	10,2
Oxygène	11,0
	100,0

Dysodile. — Cette substance est considérée comme la limite des bitumes. Elle est formée de minces feuillets, renfermant quelquefois des empreintes de plantes dicotylédonées, de poissons. Densité, 1,1 à 1,3; elle brûle en émettant une odeur très fétide et laisse un résidu abondant.

Dysodile de Sicile. — Remis par de Senarmont. Après combustion, a laissé, pour 100 : 40 de substances minérales.

Cendres déduites, on a trouvé :

Carbone	57,73
Hydrogène	9,35
Oxygène et soufre	31,91
Azote	1,01
	100,00

Dysodile de Glumbach, près de Giesen.
Cendres déduites :

Carbone	63,39
Hydrogène	12,51
Oxygène	19,13
Soufre	1,96
Azote	0,62
Eau	2,39
	100,00

Dysodile de Rott, près de Bonn.
Cendres déduites :

Carbone	69,01
Hydrogène	10,04
Oxygène	16,90
Soufre	2,35
Azote	1,70
	100,00

La différence de composition ressortant de l'analyse justifie l'opinion qui n'admet pas que le dysodile soit une espèce minérale bien déterminée. C'est une sorte de lignite schisteux renfermant du soufre. Ehrenberg, en constatant dans plusieurs variétés la présence de carapaces siliceuses d'infusoires et de débris de plantes, regardait la formation du dysodile comme analogue à celle du *tripoli*.

Lignite. — On le rencontre dans l'argile plastique, surtout dans les terrains supercrétacés.

Lignite de Lobsann (Alsace).—En couches peu épaisses, nombreuses dans le calcaire; formé en grande partie d'aiguilles de palmiers; le lignite bacillaire : on l'emploie comme combustible.

100 parties contiennent 9 à 10 pour 100 d'une cendre dont la couleur rouge provient de la pyrite.

Les aiguilles sont d'un noir brillant; on a examiné la matière après l'avoir desséchée.

Composition, cendres déduites :

Carbone	73,7
Hydrogène	3,7
Oxygène et soufre	22,0
Azote	0,6
	100,0

Jaïet d'Espagne. — Exploité pour la fabrication des bijoux. Noir, brillant, cassure conchoïde.

Composition, cendres déduites :

Carbone	81,98
Hydrogène	5,81
Oxygène	11,53
Azote	0,68
	100,00

Lignite de la province d'Antioquia (Amérique méridionale.) — Compact.

Cendres et eau déduites, composition :

Carbone	66,81
Hydrogène	4,84
Oxygène	27,37
Azote	0,98
	100,00

Lignite du Chili. — Remis par Claude Gay, de Coronela, près de la Conception. Compact.

Carbone	79,24
Hydrogène	5,50
Oxygène	13,69
Azote	1,57
	100,00

Houille.

La houille a des caractères qui la séparent des combustibles d'origine plus récente; les études approfondies de M. Grand'Eury établissent qu'il faut mettre en ligne sa formation par les écorces, les feuilles, les humus plus azotés, hydrogénés, carburés que le bois, et plus aptes par leur nature à développer des éléments bitumineux. Il est bien certain que tous les combustibles issus des plantes ont été constitués dans le sol par voie humide et non par voie sèche, sous l'influence du feu et de la pression, ainsi qu'on l'a admis pendant longtemps. Si une certaine température souterraine est intervenue, M. Grand'Eury pense qu'elle atteignait à peine 60°. La houille est en couche de puissance très variable dans les grès et les schistes du terrain carbonifère. J'en ai découvert des gisements importants à de très grandes altitudes, dans la Cordillère orientale des Andes, dans un grès qui n'est pas le grès houiller proprement dit,

mais une roche arénacée placée au-dessus du calcaire néocomien.

Houille de Canoas, plateau de Santa-Fé-de-Bogota; altitude, 2800^{m}. La galerie, ouverte depuis la conquête, n'avait qu'une profondeur de quelques mètres. La houille, de fort bonne qualité, était en couche de 2^{m},50; les schistes ne présentaient ni des empreintes de fougères, ni de lycopodiacées, mais des impressions de roseaux.

100 de houille ont laissé : cendres blanches, 2,66.

0^{gr},292 de matière (cendres déduites) ont donné :

Carbone	80,96
Hydrogène	5,13
Oxygène	12,50
Azote	1,41
	100,00

Houille fibreuse de la province d'Antioquia (Amérique méridionale). En couche dans un grès superposé à la syénite.

100 parties contenaient : eau, 2,80; cendres rouges, 5,54.

Carbone	87,05
Hydrogène	5,00
Oxygène	5,56
Azote	1,39
	100,00

Houille des mines de Montrambert (Loire), du puits Dyère. — 100 parties renfermaient : eau, 2,00; cendres légèrement rouges, 0,63.

Carbone	86,67
Hydrogène	4,56
Oxygène	7,98
Azote	0,79
	100,00

Cannel-Coal du Lancashire. 100 parties, par la combustion, laissaient 2,55 de cendres.

Carbone	85,9
Hydrogène	5,8
Oxygène et azote	8,3
	100,0

Fusain. — La houille a quelquefois un singulier aspect, celui du charbon de bois. On la désigne alors sous le nom de *fusain;* elle est en fragments plats, à angles émoussés, dispersés dans le charbon de terre. Il y a des tiges dont l'intérieur converti en fusain est recouvert d'une écorce changée en houille. Dans l'opinion de M. Grand'Eury, à qui l'on doit une excellente étude sur la formation des combustibles minéraux, le fusain serait l'état fossile d'un bois desséché à l'air avant son enfouissement et qui n'aurait pas éprouvé la transformation des débris végétaux ayant pourri préalablement dans les marécages.

Dans les fibres d'un fusain d'Altenkirchen, près de Sarrebrück, Schimper a vu des pores circulaires caractéristiques de la famille des conifères.

Quand on chauffe certains fusains, ils laissent échapper de l'eau légèrement acide; à une température approchant du rouge naissant, il se dégage une huile brune.

Fusain des houillères de Blanzy, puits Sainte-Eugénie. — 100 parties contenaient : eau, 9,52; cendres siliceuses blanches, 7,65.

Carbone	87,81
Hydrogène	3,88
Oxygène	7,67
Azote	0,64
	100,00

Fusain de Montrambert (Loire), puits Dyère. —

100 parties contenaient : eau, 1,00; cendres, 1,77, légèrement rouges.

Carbone	95,0
Hydrogène	3,3
Oxygène	1,5
Azote	0,2
	100,0

Anthracite. — Densité de 1,3 à 1,8.
Anthracite de Pembrokerhir.
Cendres déduites :

Carbone	95,34
Hydrogène	2,42
Oxygène	1,35
Azote	0,89
	100,00

Anthracite sphéroïdal, remis par M. Damour. Cendres déduites :

Carbone	91,51
Hydrogène	3,87
Oxygène	3,36
Azote	1,26
	100,00

Anthracite de la Mure (Isère).
Cendres déduites :

Carbone	95,26
Hydrogène	2,51
Oxygène	1,56
Azote	0,67
	100,00

Anthracite de Laboan (Bornéo). — Remis par M. Daubrée. — 100 parties contenaient : eau, 5,17; cendres, 1,49, légèrement rouges.

Cendres et eau déduites :

Carbone	93,66
Hydrogène	2,94
Oxygène	2,88
Azote	0,52
	100,00

Anthracite du Chili, de la Ternera, province d'Atacama. — Remis par Gay. Très friable.

100 parties renfermaient : eau, 3,30; cendres rouges, 23,36.

Eau et cendres déduites :

Carbone	92,25
Hydrogène	2,27
Oxygène	4,94
Azote	0,54
	100,00

Anthracite de Muso (Nueva Granada). — Trouvé en amas dans les schistes des mines d'émeraudes. Dur, d'un noir brillant, prenant un grand éclat par le frottement; taillé, on l'a porté mêlé à des diamants; sa densité est 1,689.

Le fragment analysé renfermait pour 100 : eau, 8,22; cendres rouges, 2,75.

Eau et cendres déduites :

Carbone	94,83
Hydrogène	1,27
Oxygène	3,16
Azote	0,74
	100,00

On connaît des anthracites présentant un aspect adamantin, comme celui de Muso. Ainsi on a rencontré dans un charbon de petits grains assez durs pour rayer le verre

et même le zircon. Par le polissage, ils acquièrent un éclat remarquable, mais cette substance a une faible densité et laisse d'assez fortes proportions de cendres.

M. Friedel a dosé, dans un échantillon que l'on croit originaire du Brésil (cendres déduites) :

Carbone	97,6
Hydrogène	0,7
Oxygène	1,7
	100,0

Graphite. — C'est un carbone presque pur, d'un éclat métallique assez prononcé, gris d'acier; onctueux au toucher, brûlant difficilement et laissant des cendres dont les quantités varient considérablement, suivant la pureté du minéral, de 0,3 à 11 pour 100.

La densité est de 2 à 2,23. On le rencontre quelquefois en lames hexagonales.

Un graphite de Karsoh, près d'Omenah, remis au Conservatoire par M. Daubrée, renfermait pour 100 : eau, 0,0; cendres rouges, 11,310.

Cendres déduites :

Carbone	97,87
Hydrogène	0,37
Oxygène	1,70
Azote	0,06
	100,00

L'hydrogène, l'oxygène, l'azote appartenaient sans doute aux impuretés mêlées au minéral. Pour les éliminer, il faut, comme l'ont fait MM. Dumas et Stas dans leurs belles recherches sur le véritable poids atomique du carbone, traiter le graphite par plusieurs agents ; puis, pour enlever les dernières traces de fer, le soumettre au rouge à un courant de chlore. Ainsi obtenu, le graphite, comme le diamant, est du carbone pur.

Substances analysées.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Bitume liquide de Bechelbronn.	87,50	11,10	0,30	1,10
Bitume de Bocanémé.....	88,52	11,36	0,00	0,12
Bitume de Schwabwiler.....	85,38	12,33	2,17	0,12
Bitume d'Ambalema, Magdalena.....	88,31	9,64	1,68	0,37
Bitume liquide, Hatten (Alsace).	87,40	12,60	0,00	0,00
Bitume de l'Orénoque.....	77,93	7,94	13,87	0,26
Naphte noir de Balakhany ...	85,42	6,66	7,76	0,16
Bitume de Bastennes	85,74	9,58	2,88	1,80
Bitume de Pont-du-Château ..	77,52	9,58	10,53	2,37
Bitume des Abruzzes, Naples..	81,83	8,28	8,83	1,06
Bitume des puits de feu de la Chine (filtré).....	86,82	13,16	0,00	0,02
Bitume des puits de feu de la Chine (exprimé).....	82,85	13,09	4,06	0,00
Bitume de Judée.....	77,84	8,92	11,53	1,71
Asphalte de Coxitambo, Pérou.	87,75	9,68	2,58	0,00
Asphalte d'Algérie, Oran.....	73,47	10,48	15,49	0,56
Asphalte d'Égypte.....	85,29	8,24	6,22	0,25
Cire de Balkin, Russie	84,33	13,71	1,96	0,00
Résine fossile de Bucaramanga.	82,70	10,80	6,50	0,00
Résine fossile de Santa-Rosa, Antioquia	77,80	9,60	12,57	0,03
Résine fossile del Retiro, Antioquia.....	71,89	6,51	21,57	0,03
Résine guayaquilite, Équateur.	77,66	8,20	14,80	0,00
Rétinasphalte de Bovey.....	74,12	8,18	17,51	0,19
Élatérite, Australie..... ..	72,15	10,30	16,84	0,71
Jonite, Californie.....	67,55	7,13	25,05	0,27
Dysodile de Rott.....	69,01	10,04	19,25	1,70
Dysodile de Sicile.....	57,73	9,35	31,91	1,01
Lignite d'Antioquia..... ...	66,81	4,84	27,27	0,98
Lignite du Chili.....	79,24	5,50	13,69	1,57
Jaïet d'Espagne.....	81,98	5,81	11,53	0,68
Houille fibreuse d'Antioquia..	87,05	5,00	6,56	1,39
Houille de Canoas, Bogota....	80,96	5,13	12,50	1,41

Substances analysées.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Houille de Montrambert.....	86,67	4,56	7,98	0,79
Fusain de Blanzy.....	87,81	3,88	7,67	0,64
Fusain de Montrambert.....	95,0	3,3	1,5	0,2
Anthracite de la Mure (Isère).	95,26	2,51	1,56	0,67
Anthracite sphéroïdal.....	91,51	3,87	3,36	1,26
Anthracite de Bornéo.....	93,66	2,94	2,88	0,52
Anthracite du Chili.....	92,25	2,27	4,94	0,56
Anthracite de Pembrolleshir..	95,34	2,42	1,35	0,89
Anthracite de Muso.....	94,83	1,27	3,16	0,74
Anthracite adamantin.....	97,60	0,70	1,70	0,00
Graphite de Karsöh.....	97,87	0,37	1,70	0,06

SUR LA CONSTITUTION

DES

EAUX DE LA MER MORTE.

Avant de reproduire le résultat des études que j'ai entreprises sur la constitution de l'eau du lac Asphaltite, où l'on ne rencontre aucun être organisé, j'ai pensé qu'il serait intéressant de parler de l'étonnante vitalité qui se manifeste dans les océans, et que nous ont révélée les naturalistes attachés aux explorations exécutées dans ces dernières années.

Déjà les anciens avaient signalé les plantes, les varechs amassés près des côtes occidentales de l'Afrique, la mer des Sargasses, mer herbacée comprenant deux bancs d'algues réunis par une bande transversale s'étendant de l'est à l'ouest et ayant, suivant les assertions du major Rennel, discutées par de Humboldt, une surface six à sept fois égale à celle de l'Allemagne, offrant ce remarquable exemple de plantes sociales croissant sans mélange d'espèces étrangères.

On conçoit l'étonnement, la crainte que les compagnons de Colomb éprouvèrent en naviguant pendant près d'un mois au milieu de ces herbes flottantes qu'ils traversèrent deux fois, en 1492 et 1493. On peut en déduire que depuis quatre siècles ces amas de plantes marines n'ont pas changé de place.

La constance des phénomènes naturels, dit de Humboldt, mérite de fixer doublement l'attention des physiciens lorsque nous la retrouvons dans les plaines toujours agitées

de la mer : aussi peut-on aujourd'hui, au XIXe siècle, regarder le 48e degré de longitude ouest comme l'axe principal du grand banc de fucus (1).

C'est au nord des îles du Cap Vert qu'on rencontre des paquets flottants de goémon, le raisin des tropiques, *Fucus natans*, qui ne végéterait sur les rochers sous-marins que depuis l'équateur jusqu'au 40e degré de latitude ; en effet, quoiqu'on ait observé des espèces gigantesques dont les tiges ont près de 300^m de longueur, il n'en est pas moins certain que, fréquemment, loin d'être attaché à un fond, le fucus flotte en masses isolées, et pour expliquer comment ces masses restent depuis des siècles dans les mêmes lieux malgré leur mobilité, il faut admettre qu'ils viennent des bas-fonds pour suppléer sans cesse à ce qui est emporté par le courant équinoxial dans les hautes latitudes, vers les côtes de la Norwège et de la France (2).

Quant aux causes qui arrachent les algues, là où les eaux ne sont pas agitées, elles ne sont pas connues. On sait toutefois, par les observations de Lamouroux, que si les fucus adhèrent aux roches avec une grande ténacité avant la fructification, ils s'en détachent aisément après. D'ailleurs, les poissons, les mollusques, en en rongeant les tiges, contribuent aussi à les séparer des racines.

Dans un *Fucus saccharinus* qu'on venait de retirer de la mer nous avons dosé, Payen et moi,

Eau.....	75,5
Matière sèche.....	24,5
	100,0

et dans 100 de la même plante à l'état normal :

Azote.....	0,54

(1) De Humboldt, *Tableau de la Nature.*
(2) De Humboldt, *Relation historique*, t. II.

On aurait donc, pour 100 de la plante sèche,

Azote	2,21

En Bretagne et dans le nord de l'Angleterre on brûle les varechs pour obtenir un produit très peu alcalin et de si faible valeur que, pendant longtemps, on s'en servait comme engrais, non pas pour introduire de la soude dans le sol, mais de la potasse, car les cendres des plantes marines sont relativement riches en alcali végétal, bien qu'il n'entre qu'en proportion infime dans l'eau de mer.

Par exemple, dans les cendres de varechs récoltés sur les bords de la Clyde, à la côte occidentale d'Écosse, Godechens a dosé pour 100 :

	Fucus			
	digitatus.	vesiculosus.	nodosus.	serratus.
Potasse	20,7	13,0	9,1	4,0
Soude	7,7	9,5	14,3	18,7

Dans ces cendres il y a une assez forte proportion de sel marin, parce que les algues sont brûlées à leur sortie de la mer ; mais après un lavage, elles sont si peu salées que dans certaines localités du nord de l'Europe on les emploie comme fourrages ; leur eau de constitution n'est pas plus salée que celle de l'organisme des animaux marins. Ainsi il y a, pour 100 :

	Eau.	Substances minérales.
Dans la raie	76	1,7 (1)
Dans le hareng	70	1,9
Dans la sole	86	1,2

On trouverait en moyenne pour 100 d'eau de constitution 1,6 de matière minérale dont la totalité n'est pas uniquement du chlorure de sodium, quantité bien inférieure à celle que renferme le milieu dans lequel vivent les pois-

(1) Payen, *Chimie industrielle.*

sons. En effet, l'eau de mer dans laquelle se développe cet immense organisme renferme 3 à 4 pour 100 de sels. Usiglio a dosé dans la Méditerranée, sur les côtes de France :

Chlorure de sodium		2,94
Bromure de sodium		0,05
Chlorures de	potassium	0,05
	magnésium	0,32
Sulfate de magnésie		0,25
Sulfate de chaux		0,14
Carbonate de chaux		0,01
Oxyde de fer		traces
		3,76
Eau		96,24
		100,00

L'iode n'est pas mentionné dans ce Tableau : il existe cependant dans l'eau de mer, puisque tous les êtres organisés qui y vivent en contiennent.

Dans l'océan Atlantique, Murray donne :

Sels	3,11
Eau	96,80
	100,00

Une analyse récente de M. Backs indiquerait dans l'eau de mer du Nord, dont la densité était 1,023 :

Chlorures de	sodium	2,86
	potassium	0,10
	magnésium	0,28
Sulfate de magnésie		0,20
Sulfate de chaux		0,11
		3,55
Eau		96,45
		100,00

La mer renferme en outre, indépendamment des sels, des corps qu'on n'a pu signaler, mais dont la présence ne saurait être mise en doute, puisque, comme l'iode, le brome, les phosphates, on les trouve dans les plantes. Ajoutons que l'Océan étant pénétré par l'atmosphère qui lui est superposée, il s'y trouve, jusqu'aux plus grandes profondeurs, de l'oxygène, de l'acide carbonique et de l'azote à deux états, libre comme celui de l'air et combiné, formant des composés bien définis, de l'ammoniaque, des nitrates, des nitrites, que j'ai rencontrés sur les côtes de Nice, ensuite à Dieppe et que, récemment, le Dr Frankland a dosés dans de l'eau puisée jusqu'à 1400^m de profondeur au-dessous de la surface, durant la campagne du *Porcupine*.

La présence de ces composés azotés dans les mers est la conséquence de leur diffusion dans l'atmosphère, d'où ils sont précipités par les météores aqueux.

C'est Théodore de Saussure qui montra, en 1803, l'existence de l'ammoniaque dans l'air : en y exposant une solution de sulfate d'alumine, il se forma bientôt un alun ammoniacal. Ce fait expliquait qu'une plante prélève l'azote dans les extraits organiques, dans les vapeurs ammoniacales, et qu'elle n'assimile pas, ainsi qu'on le croyait, l'azote gazeux de l'atmosphère.

En 1853, j'ai exécuté au Liebfrauenberg, dans les montagnes des Vosges, des recherches durant lesquelles 78 pluies furent examinées. Les échantillons recueillis indiquaient un volume de $17^{hlit},6$ dans lequel on trouva par litre en moyenne $0^{gr},00042$ d'ammoniaque, le nombre le plus bas $0^{gr},00003$, le plus élevé $0^{gr},0004$.

Dans le cours de ces observations, on reconnut que l'ammoniaque était loin d'être en même proportion au commencement et à la fin d'une pluie, et que si cette pluie continuait sans interruption pendant un temps assez long, l'eau finissait par ne plus contenir d'alcali ; on rapportera deux résultats :

29 *août* 1853.

	Ammoniaque par litre.
	mgr
Première prise à 9h du matin	0,58
Deuxième prise	0,48
Troisième prise	0,67
Quatrième prise	0,42
Cinquième prise	0,14
Sixième prise, à midi	0,06

8 *septembre*.

	Ammoniaque par litre.
	mgr
Première prise, à 2h30m du soir	0,60
Deuxième prise	0,27
Troisième prise, à 9h du soir	0,03 (1)

La pluie apporte avec de l'ammoniaque des composés nitrés qu'on rencontre aussi à la surface de la terre. Il convient de fixer d'abord l'attention sur ce point.

1° A Tacunga près de Quito, on exploite une nitrière que je visitai pendant la guerre de l'Indépendance. C'est un sol d'une grande fertilité, une terre riche en humus, qu'on lessive pour en retirer du nitre.

2° En Espagne, non loin de Saragosse, des terrains assez féconds pour être cultivés sans engrais donnent, à volonté, soit du froment, soit du nitrate de potasse.

3° Dans la vallée du Gange, le salpêtre de Houssage effleurit sur le limon déposé par le fleuve.

4° Le Pérou, à Taracapa, renferme d'inépuisables gisements de nitrate de soude.

La terre végétale, à tous les degrés de fertilité, lorsqu'elle est exposée à l'air dans un état convenable d'humectation

(1) Boussingault, *Agronomie*, t. VI, p. 210.

se nitrifie, c'est une de ses propriétés. Cette nitrification a une limite; mais, quand elle cesse, la terre agit à la manière d'un ferment nitrique, car si l'on incorpore une matière organique azotée, il y a apparition de salpêtre.

Le sol renferme donc des nitrates de deux origines: ceux provenant de la nitrification spontanée, et ceux apportés par les eaux météoriques; l'atmosphère étant vraisemblablement la source la plus abondante des composés nitrés. Une pluie, quand elle commence, entraîne des particules de nitrate, de nitrites suspendues dans l'air. Liebig, en continuant des recherches commencées en 1821 à l'Université de Giessen, en a rencontré dans les résidus obtenus par l'évaporation de 129 pluies d'orage (1).

En 1856, on recueillit des pluies au Liebfrauenberg, durant les mois de juillet, août, septembre et octobre. On en a jaugé par le pluviomètre $9^{hlit},17$; les dosages indiquèrent $0^{gr},18$ d'acide nitrique, soit $0^{mgr},184$ par litre.

Les pluies les plus riches en acide, qu'on a reçues au commencement de la chute, sont tombées les

	Acide par litre.
	mgr
16 juillet 1857	6,23
9 octobre 1857	5,48
25 septembre 1857	3,74
14 août 1856, la nuit, pluie d'orage	3,43
9 août 1856	3,23
5 août 1857	2,09
30 juillet 1856	2,01
8 septembre 1857, la nuit	2,00
10 septembre 1857, orage	1,91
9 août 1856	1,88

Dans la même série d'observations, treize eaux recueillies à la fin d'une pluie ne contenaient pas d'acide.

(1) Liebig, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série. t. XXXV.

Les résumés des dosages n'établissent pas une diminution d'acide nitrique aussi marquée que celle de l'ammoniaque. Voici quelques chiffres :

		Acide nitrique par litre.
		mgr
12 juin 1858.	Première prise.....	0,148
»	Deuxième prise.....	0,012
»	Troisième prise.....	0,012
»	Quatrième prise.....	0,000
24 juillet 1858.	Première prise, 11h du matin.....	0,677
»	Deuxième prise, midi, la pluie cesse. La pluie recommence à 1h30m.	0,232
»	Première prise.....	0,332
»	Deuxième prise.....	0,212
»	Troisième prise.....	0,086
»	Quatrième prise.....	0,440
»	Cinquième prise.....	0,024

La présence constante des nitrates, des nitrites, de l'ammoniaque dans les météores aqueux provient de ce que ces composés sont formés par deux des éléments de l'atmosphère, l'azote et l'oxygène.

En effet, depuis la mémorable expérience de Cavendish, on sait qu'une étincelle électrique éclatant dans de l'air humide donne naissance à de l'acide nitrique, à de l'acide nitreux, à de l'ammoniaque.

Lorsque, il y a plus de quarante ans, je signalai l'action que pouvait exercer ce phénomène sur la végétation en créant un engrais énergique, je ne me dissimulai pas qu'en Europe, où les orages ne sont pas aussi fréquents qu'aux régions équinoxiales, on serait peu disposé à reconnaître à l'électricité le pouvoir que je lui attribuais. Or on peut admettre avec certitude que pendant l'année entière, tous les jours, à tous les instants, l'atmosphère tropicale est

incessamment traversée par des décharges à ce point qu'un observateur placé à l'équateur, s'il était doué d'organes assez délicats, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre.

En effet les observations de Mutis continuées pendant un demi-siècle, celles de Humboldt, tous les renseignements que j'ai recueillis établissent que pour un point de la zone torride, la saison permanente des orages est liée à la position que le Soleil occupe dans l'écliptique; elle s'y manifeste deux fois par an, alors que l'astre approche du zénith, c'est-à-dire lorsque sa déclinaison est peu différente de la latitude du lieu et de même dénomination.

Cependant les composés nitrés, l'ammoniaque, n'apparaissent pas uniquement lors des orages, mais aussi et sous toutes les latitudes, dans la pluie, la neige, la grêle, le brouillard, et je puis ajouter la rosée. Seraient-ce des vapeurs répandues dans l'air? Mais j'ai dit, parce que je m'en suis assuré, que ces sels n'ont pas de tension à une température modérée. En se fondant sur cette fixité, on est conduit à attribuer leur présence dans les météores aux poussières que l'air entraîne, comme il entraîne le sel marin, les iodures et d'autres substances non volatiles qu'on décèle dans la pluie. Sans doute on hésite à supposer que des corpuscules solides restent suspendus dans un milieu gazeux; c'est à cause de leur extrême ténuité. Ainsi des particules d'eau de mer, si petites qu'il serait difficile de leur attribuer un poids, sont enlevées par un vent impétueux à la buée que la vague fait naître en se brisant, ces molécules liquides qu'Arago appelait « les poussières de l'Océan », abandonnent bientôt en se desséchant des molécules solides de chlorure de sodium bien plus petites encore. Aussi la pluie qui tombe loin des côtes contient-elle fréquemment, si ce n'est toujours, des indices très appréciables de sel marin.

Les vents, les ouragans, en agitant violemment l'atmo-

sphère, les courants ascendants dus aux inégalités de température, les volcans en émettant d'une manière incessante des gaz, des vapeurs et des cendres tellement divisées qu'elles vont s'abattre à de prodigieuses distances, portent et maintiennent dans les plus hautes régions, des corpuscules enlevés à la surface du sol ou arrachés à la partie interne et peut-être encore incandescente du globe. Dans les phénomènes liés à l'organisme des plantes et des animaux, ces substances si ténues, d'origines si diverses, dont l'air est le véhicule, exercent une action bien plus prononcée qu'on n'est porté à le supposer. Leur permanence est d'ailleurs mise hors de doute par le seul témoignage des sens, lorsqu'un rayon de soleil pénètre dans un lieu peu éclairé. L'imagination se figure non sans quelque dégoût tout ce que peuvent renfermer ces poussières que nous respirons sans cesse, que Bergmann appelait « les immondices de l'atmosphère »; elles mettent réellement en contact les êtres les plus éloignés les uns des autres, et, bien que leur nature, leurs effets, soient des plus variés, ce n'est pas s'avancer trop que de les considérer, dans quelques cas, comme une cause d'insalubrité.

Les composés nitrés sont formés pendant les orages, c'est ce qui est bien établi. Il reste à examiner si ces composés ne sont pas aussi produits par des actions électriques assez faibles pour rester inaperçues. Des faits curieux observés par Schœnbein tendent à faire croire qu'il en est ainsi, et qu'il n'est pas indispensable qu'une déflagration ait lieu dans les nuées pour opérer la combinaison de l'azote et de l'oxygène. Ainsi Schœnbein a vu l'eau absolument pure acquérir des traces d'acide nitrique ou d'acide nitreux par l'évaporation ou bien par l'exposition à l'air pendant quelques jours loin de toute habitation. Ajoutons que des corps en brûlant dans l'atmosphère forment des combinaisons nitrées. M. Jones les a reconnues dans la combustion de l'hydrogène, Schœnbein du-

rant l'oxydation lente du phosphore, et j'en ai rencontré dans les cendres laissées par le charbon de bois. M. H. Kammerer a reconnu la présence d'un produit nitré formé pendant la combustion du magnésium dans l'air atmosphérique (1).

Il ne faut pas oublier enfin que, même par un temps calme, sous un ciel pur, l'atmosphère possède une tension électrique. Suivant Horace de Saussure les nuages qui la traversent agissent comme des conducteurs et l'électricité qu'ils émettent au moment de leur passage n'est que celle qu'ils ont tirée des couches supérieures de l'air, puisque en lançant, en leur absence, un ballon, on a une forte électricité.

L'atmosphère des hautes montagnes est souvent électrisée. Horace de Saussure éprouva subitement sur la cime du Brévent une sensation singulière occasionnée par une nuée orageuse qui enveloppait le mont Blanc; on sentait un frissonnement, un sifflement. Un des voyageurs qui portait un chapeau garni d'un galon d'or entendait un bourdonnement inquiétant; en touchant un bouton de métal on en tirait des étincelles (2).

Suivant de Saussure, sur les plateaux de la Nouvelle-Espagne, lors des sécheresses excessives, l'électricité est d'une étonnante intensité et Fournet en rappelle la haute tension dans des conditions climatériques analogues (3).

A New-York, d'après le professeur Loomis, il arrive fréquemment en hiver que les cheveux se dressent; la nuit les vêtements en laine attirent les poussières, les tapis brillent quand on les traverse et l'on entend de légers craquements. Les boutons métalliques d'une porte envoient des étincelles à la main qui en approche. Ces phénomènes

---

(1) *Deutsch. Chem. Ges. Ber. : Nitrogene Tetroxide.*

(2) Horace de Saussure, *Voyages dans les Alpes*, t. III, p. 59.

(3) *Ibid., Hydrologie du Mexique.*

sont si communs qu'ils n'excitent plus de surprise; déjà ils avaient fixé l'attention de Volney vers la fin du siècle dernier. Selon Livingstone, au printemps, lors des grandes sécheresses, les déserts de l'Afrique méridionale sont traversés, par un vent du nord, chaud, tellement électrisé que les plumes de l'autruche donnent de vives commotions.

En dépouillant de nombreux documents, Fournet a tiré cette conclusion qu'il y a une étroite relation entre les vents et ces grandes sources d'électricité réparties à la surface du globe ([1]), et il ajoute que l'air des couches supérieures est toujours le plus électrisé. C'est précisément ce que Mariano de Rivero a vu au Pérou, après nos recherches dans le Venezuela, sur le rameau oriental des Andes, près des affluents de l'Orénoque, dans les forêts du Choco. Ce n'est pas sans difficulté que nous réussissions à faire fonctionner l'électromètre dans ces zones humides. Il en fut autrement dans l'hémisphère austral.

Quelque temps après notre séparation, de Rivero m'écrivait de Lima :

« Voici quelques altitudes prises dans la Cordillère.

	Altitude.	
	m	
Alto de la Viuda.....	4610	
Antaryanga.....	4800	*portachuelo*
Alto de Biconga.....	4630	près d'un lac
Oyon.....	3620	village
Chonta.....	4465	mine de mercure
Cerro de Pasco.....	4350	mines d'argent
Santa Catalina.....	4400	mines d'argent
Chuquibamba.....	2720	alluvion aurifère
Miraflor.....	3670	Village
Huanno viejo	3680	résidence des Incas
Bellavista	3590	mine d'argent
Yauli.....	4160	village

([1]) Fournet, *Sur les pays électriques.*

	Altitude.	
Tarma.....	3080^{m}	ville
Reyes.....	4060	village, lac Junin
Huancavelica.....	3800	ville
Mines de Huancavelica..	4500	mines de mercure
Alto de los Huesos.....	4140	passage de la Cordillère

Ce Tableau indique les localités où arrivent continuellement des voyageurs, des convois de marchandises; les *portachuelos* (passages), villes, villages, usines, situés à de grandes hauteurs. Chonta, altitude 4500^{m} au-dessus de l'Océan, renferme une population permanente de 500 habitants attachés à l'exploitation des mines de mercure. Le sol est couvert de neige durant plusieurs mois, au lever du soleil le thermomètre se tient au-dessous de zéro (1). Chonta est probablement le lieu habité le plus élevé du monde. La mine de Huancavelica a, il est vrai, une altitude de 4560^{m}, mais les ouvriers n'y séjournent pas toute l'année; ils sont établis dans la ville, à une hauteur de 3800^{m}. C'est à la mine de Huancavelica que, dans les temps qui ont précédé la conquête, les Incas se procuraient le vermillon qu'ils employaient à se farder.

Dans ces parages, la respiration est pénible, on a des nausées, ce que les gens du pays appellent le *soroche,* et la *veta,* l'oppression que subit le mineur dans une galerie où l'air est vicié.

En temps d'orage, l'atmosphère est chargée d'une telle quantité de fluide électrique, que les cheveux se hérissent: c'est l'*avispa,* un bruit rappelant le bourdonnement des abeilles. Un cavalier prévient cet effet en élevant la bride au-dessus de sa tête et faisant ainsi une sorte de paratonnerre, ou en tenant verticalement un long bâton en contact avec le sol. Le *soroche* agit aussi sur les bêtes de somme,

(1) — 3°, — 4°, — 6°.

leur poil se dresse, il sort des étincelles de toutes les parties de leur corps ([1]).

Les tensions électriques de l'air sur la cime des Alpes, dans les déserts de l'Afrique, aux États-Unis, au Pérou, se révèlent dans des conditions identiques, la sécheresse et l'agitation de l'atmosphère; si on les observe journellement, comme de Rivero l'a fait dans les districts des mines de Chonta et de Huancavelica, cela tient à ce que ceux qui les parcourent en ressentent les effets. Ce n'est pas là la limite de l'action du *soroche*, il est hors de doute que cette action s'exerce dans toute la Cordillère, sur les points où les conditions topographiques sont semblables à celles des mines de mercure, sur les esplanades de 3000^{m} à 4000^{m} d'altitude, bases des pics d'une grand hauteur, tels que, en allant du nord au sud,

L'alto de Lachagual.....	4720^{m}
Le volcan d'Arequipa.....	6190
Le cerro de Pichupichu.....	5700
Volcan d'Aconcaga (Chili).....	6800

Ainsi nous voyons que, sur toute la longueur de la chaîne des Andes, il est une zone d'air électrisé, très faiblement sans doute, à une tension non comparable à celle résultant du voisinage ou de la rencontre des nuées orageuses : c'est la tension de l'électricité atmosphérique, ayant toutefois, malgré son peu d'intensité, le pouvoir de déterminer la formation de l'acide nitrique, de l'acide nitreux, de l'am-

---

([1]) Le *soroche* est un minerai pyriteux, la *veta* est le nom d'un filon (*).

(*) Voici un extrait d'une lettre de M. Rivero :

« Observase en estos lugares que los transuntes respiran con dificultad y se encuentran molestados con un fuerte dolor de cabeza, con nauceas, y un desfallecimiento en todo su fisico; llamase esta enfermad *soroche* o *veta*. Los animales, cuando suben cargados la Cordillera, no estan eceptuados de padecerla; tambien se electrizan cuando se comienza a formar una tempestad que se herizan los cabellos y se despiden chispas por todo el cuerpo. Curanse de la enfermad, tomando caldo con agi y refringando en las orejas de los animales ajos y cebollas o echando un poco de aguardiente en los oidos.

» Precavense de electrisarse, formando un pararayo con la punta de la rienda del freno, ó con aston que sostienen perpendicularmente. »

moniaque, comme Schœnbein l'a vu en exposant de l'eau pure à l'air, par un temps serein. Quelle que soit l'infinie proportion des produits nitrés dus à cette circonstance, si l'on considère l'immensité du milieu gazeux où ils se forment, on est amené à répéter ce que déjà on a dit, que l'océan aérien est la source principale des composés azotés intervenant dans la vie des organismes existant sur le globe.

Terminons cette étude sur l'électricité développée dans une atmosphère sèche en rapportant ce qui a été constaté durant une expédition dans le désert de Koum (Perse).

Un voyageur s'aperçut que les bêtes de somme de la caravane semblaient marcher dans une nuée d'étincelles. Ce singulier effet était produit par cette circonstance, que les chevaux battent leurs flancs avec leur queue pour se débarrasser des mouches qui les obsèdent, même la nuit. Au contact de ces poils fortement desséchés, en raison de l'état hygrométrique de l'atmosphère spécial aux plateaux de l'Iran, se dégagent des corps des animaux de nombreuses phosphorescences.

Un guide, en déchirant lentement une feuille de papier, fit naître une traînée lumineuse assez intense pour retrouver, au milieu du sable, des graines qu'il y avait jetées ([1]).

A la surface de la mer les fucus fonctionnent comme s'ils étaient dans l'air, en accomplissant la série de phénomènes découverts à la fin du siècle dernier et qu'on peut résumer ainsi :

Priestley aperçoit des bulles d'air vital s'échappant d'algues vertes submergées.

Ingenhousz remarque que le dégagement des bulles a lieu seulement à la lumière.

Sennebier montre que l'air vital, le gaz oxygène émis

([1]) Mme Dieulafoy, *La Perse, la Chaldée, la Susiane* (*Tour du Monde*, 2e semestre 1883, p. 97).

par la plante verte, est le résultat de la décomposition de l'acide carbonique que l'eau tient en dissolution lorsqu'elle est exposée à l'atmosphère. Cet acide, qui entre dans la constitution de l'air, est la source du carbone fixé dans les végétaux, comme l'ont fait ressortir les recherches de Théodore de Saussure, en même temps qu'elles révélèrent deux faits imprévus, à savoir que le gaz acide carbonique n'entre que pour quelques $\frac{10}{1000}$ dans le milieu où une plante se développe et que son effet utile a une limite assez circonscrite. Ainsi, des végétaux prospérant dans une atmosphère confinée où il y aurait $\frac{1}{12}$ d'acide carbonique, périront dès que la proportion sera plus forte.

En discutant ces importantes observations, j'ai constaté que les feuilles maintenues à la lumière solaire dans de l'acide carbonique absolument pur, ne le décompose pas, mais qu'il y a décomposition quand ce gaz est mêlé soit à du gaz azote, soit à du gaz hydrogène, du gaz oxyde de carbone ou du gaz des marais.

Quoique la décomposition du gaz acide carbonique par les parties vertes des végétaux soit en réalité une dissociation, une séparation du carbone et de l'oxygène, on trouve qu'elle a certainement une analogie avec un phénomène tout différent par les résultats, l'union, l'association d'un combustible avec l'oxygène, par exemple, la combustion lente du phosphore :

1° A la température et à la pression ordinaires dans l'air atmosphérique, le phosphore s'oxyde; il y a dégagement de vapeurs blanches mélangées d'acide phosphoreux et d'acide phosphorique, lumineux dans l'obscurité.

2° Le phosphore placé dans le gaz oxygène pur ne devient pas lumineux.

3° Le phosphore mis dans l'oxygène, mêlé soit à du gaz azote, soit à du gaz hydrogène, du gaz oxyde de carbone ou du gaz des marais, brûle lentement, comme s'il était dans l'air : il y a phosphorescence.

Cet effet singulier de l'intervention des gaz inertes sur un gaz pouvant devenir actif, on le retrouve pour l'acide carbonique, lorsqu'il s'agit d'un phénomène de dissociation ou d'association. L'addition de ce gaz diminue en réalité la pression du gaz actif. On sait que la pression est une fraction de la pression totale d'un mélange gazeux. Ceci est si vrai qu'il est possible de remplacer la distension par l'introduction d'un gaz inerte déterminant un changement dans la tension du gaz actif. En voici la preuve : un bâton de phosphore ne brûle pas dans l'oxygène lorsque ce gaz est à la pression de 0^m, 76, mais qu'on l'abaisse graduellement à 0^m,2, aussitôt le gaz raréfié devient comburant.

On a fait aussi cette expérience : des feuilles placées dans du gaz acide carbonique pur à la pression normale n'exercent aucun effet; mais, quand on abaisse la pression, on constate immédiatement l'apparition de l'oxygène comme si le gaz carbonique eût été mêlé à un gaz inerte.

Les fucus à feuilles vertes flottant dans l'Océan décomposent l'acide carbonique pour en assimiler le carbone, tant qu'ils reçoivent de la lumière; mais l'assimilation cesse lorsque les rayons solaires ne pénètrent plus dans la masse liquide, c'est-à-dire à quelques centaines de mètres au-dessous de la surface. Cependant la végétation, et la vie qui en est la conséquence, ne persiste pas moins dans les régions obscures, et cela avec une grande énergie. Les naturalistes, durant les récentes expéditions maritimes, ont ramené par des sondages des poissons vivant à des profondeurs de plus de 5000^m. Dans ces abîmes, les organismes doivent trouver leurs éléments parmi les détritus, les épaves d'êtres ayant vécu dans les zones éclairées.

Cette apparition de la végétation, de la vie en l'absence de la lumière, est un fait remarquable. On se rappellera qu'elle ne se manifeste pas uniquement au fond des océans, mais aussi sur la terre, et l'on mentionnera, à ce sujet, une

discussion survenue, il y a quelques années, à l'Académie des Sciences.

On sait qu'il est des plantes d'un ordre inférieur qui n'ont nul besoin de la chlorophylle, ni de la radiation solaire pour former les matières que l'on trouve dans les êtres supérieurs du règne végétal; cependant il n'est aucune cellule, si elle ne possède la faculté de dissocier le gaz acide carbonique, qui puisse constituer un principe immédiat carboné. Il est toutefois facile d'établir que le rôle de protoplasme coloré en vert, considéré comme l'organe de l'assimilation dans les feuilles, fonctionnant à la lumière, s'étend indirectement, mais certainement, aux organes des plantes dépourvues de chlorophylle, vivant à l'obscurité. Pour bien comprendre, il convient de connaître le résultat d'une recherche exécutée autrefois.

Des graines d'un *Helianthus* furent mises dans du sable quartzeux préalablement calciné, humecté d'eau pure et incorporé à du salpêtre, à du phosphate de chaux, à des cendres, venant de la combustion du foin. En trois mois, les plantes acquirent la même dimension, la même vigueur que des *Helianthus* cultivés dans la terre du jardin.

En terminant le récit de cette observation, on faisait remarquer combien il est curieux de voir un végétal se développer, mûrir, parvenir, en un mot, à l'état normal quand les racines fonctionnent dans du sable, ayant à la place de débris organiques en voie de putréfaction qu'on rencontre dans une terre, des sels tirés du règne minéral, et, sans autre auxiliaire, croître, en assimilant le carbone de l'atmosphère, en organisant avec le radical de l'acide nitrique, de l'albumine, les principes azotés du lait, du sang, de la chair musculaire. Il est vrai que les plantes vivant à l'obscurité forment les mêmes matières carbonées que celles venues avec le concours de la lumière; toutefois, cette formation est réalisée dans des conditions bien différentes. Dans un cas, le carbone a pour origine l'acide car-

bonique de l'air; dans l'autre, un être organisé vivant ou mort. En d'autres termes, les végétaux sans chlorophylle, tels que les champignons, les cellules de levure, les mucédinées, sont des parasites dont l'existence dépend d'un organisme qui leur est étranger, et dont les éléments dérivent indubitablement d'une plante ayant été soumise à l'influence de la radiation solaire. L'existence de ces parasites dans un lieu obscur, où leurs cellules font naître des principes immédiats semblables à ceux produits à la clarté du jour, loin d'être une exception, est une confirmation des rapports nécessaires de la lumière avec la végétation, de sorte que, si la radiation solaire cessait, non seulement les plantes vertes, mais encore celles qui sont sans couleur disparaîtraient. Tout en reconnaissant que le fait essentiel de la vie végétale est la dissociation du gaz acide carbonique, on a prétendu que la production de tous les organismes n'était pas nécessairement subordonnée à l'action de la lumière; on admettait que sans cette intervention l'existence des grands végétaux serait impossible, mais que celle de certains êtres pourrait néanmoins se réaliser; on en donnait comme preuve des cellules naissant aux dépens de combinaisons résultant de simples réactions chimiques.

On citera textuellement les paroles de M. Pasteur :

Une graine impondérable de *Mycoderma aceti*, déposée dans un milieu minéral où l'aliment carboné unique est une substance organique très éloignée de l'organisme, puisque cette substance est de l'alcool, fournit un poids de matière organique quelconque, formée des principes immédiats les plus variés et, qu'on le remarque bien, infiniment plus complexes que l'aliment carboné, l'alcool, dont tout le carbone de ces principes est sorti sous l'influence de la vie de la semence [1].

On a répondu ceci : que les faits rapportés par M. Pasteur

---

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 10 avril 1876.

rentrent dans la règle générale; car l'acide acétique développé dans le milieu où vivait le *Mycoderma* venait de l'alcool. Or cet alcool dérivait évidemment de sucre constitué par une plante à chlorophylle exposée au soleil; d'où il suit que le carbone de ce sucre, comme celui des autres matières apparues pendant la fermentation acétique, avait été séparé de l'acide carbonique atmosphérique par l'action de la lumière (1).

Ces faits conduisent à cette conclusion que ce n'est pas uniquement les êtres tombés dans les régions sous-marines, après avoir vécu à la surface, qui sont la nourriture des animaux des zones inférieures, mais aussi des plantes sans chlorophylle, des parasites formés en l'absence de la lumière. C'est ce qui permet de comprendre, contrairement à ce que l'on croyait autrefois, pourquoi il y a au sein des eaux un monde inconnu.

Dans une des séances publiques de l'Académie des Sciences, M. A. Milne-Edwards a rappelé les observations faites dans ces dernières années sur les profondeurs dans lesquelles vivent certains animaux marins (2).

Voici quelques passages du Mémoire de notre savant Confrère :

Il y a vingt-cinq ans, un célèbre naturaliste anglais, Thomas Bell, écrivait les dernières pages d'un Ouvrage consacré à l'histoire des Crustacés de la Grande-Bretagne. Il croyait avoir élevé un monument durable et il se flattait que ses successeurs auraient peu de choses à ajouter à celles qu'il avait fait connaître, que les mers de l'Europe occidentale, disait-il, avaient été si bien étudiées, qu'il faut renoncer à l'espoir d'y trouver encore des êtres qui aient échappé aux recherches.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 24 avril 1876, extrait de l'*Agronomie*, t. VI, p. 248.

(2) Les explorations des grandes profondeurs de la mer faites à bord de l'aviso *le Travailleur*.

Combien il aurait été étonné en apprenant que des découvertes inattendues révéleraient dans les eaux tout un monde d'êtres inconnus. Les faits nouveaux dévoilés depuis cette époque ont profondément modifié les idées qui avaient cours dans la Science. On pensait que la vie est impossible dans les abîmes de la mer, condamnés à l'obscurité, à la solitude et à l'immobilité. On aurait été fort mal venu à exprimer un doute à cet égard, et les hommes les plus compétents auraient donné des raisons excellentes pour prouver que les lois de la nature s'opposent à l'existence d'êtres animés dans les conditions réalisées au fond de l'Océan. C'était la pression qu'une colonne d'eau de plusieurs milliers de mètres exercerait sur des organismes délicats, c'était l'absence de la lumière, la lenteur du renouvellement de l'eau, c'était enfin le manque d'algues et de toute matière végétale. A ceux qui seraient encore restés incrédules, ils auraient d'ailleurs répondu que l'expérience était d'accord avec la théorie et qu'un éminent professeur d'Édimbourg, Ed. Forbes, avait constaté, à la suite de nombreux sondages, que, dans la mer Égée, les animaux, très abondants près de la surface, deviennent de plus en plus rares à mesure que l'on atteint les couches profondes, et qu'au delà de 450^{m}, on ne trouve plus aucun être vivant.

Devant tant de preuves, il fallait se déclarer convaincu et admettre ce que démontraient la théorie et l'expérience; aussi plusieurs observations faites à diverses époques par des navigateurs habiles passèrent-elles inaperçues. Lorsque le capitaine Ross et plus tard Wallich ramenèrent quelques animaux sur les cordes de leurs sondes descendues à une profondeur de plus de 1000^{m}, on supposa que ces êtres avaient été accrochés au passage, au moment où ils nageaient près de la surface, ou qu'ils avaient coulé à fond après leur mort et que c'étaient des cadavres ou des débris qui s'étaient attachés à l'appareil sondeur.

En 1861, des observations faites sur le câble télégraphique jetèrent quelque lumière sur la question de la distribution de la vie dans les abîmes de la mer. Des fragments brisés du câble jeté entre la Sardaigne et l'Algérie purent être examinés; ils étaient encore couverts de leurs habitants provenant d'une profondeur de plus de 2^{km}, ayant vécu là, bien plus y étant nés et s'y étant

développés. On en avait la preuve en voyant de véritables familles de polypiers, composées d'individus de tous les âges, dont le pied s'était moulé sur la surface du câble. Le fait par lui-même était d'un grand intérêt; mais il en prenait plus encore à raison des caractères de ces animaux. Les uns n'offraient aucune ressemblance avec les espèces littorales de la Méditerranée, et leurs formes étaient inconnues; d'autres avaient déjà eu des représentants aux époques géologiques et avaient été trouvés à l'état fossile dans les terrains tertiaires de Sicile et d'Italie, mais les zoologistes n'avaient pas encore constaté leur présence dans les mers actuelles; d'autres enfin étaient considérés comme de véritables raretés sur les côtes méditerranéennes.

Ces observations ont été communiquées à l'Académie il y a plus de vingt-cinq ans, mais elles ne purent être étendues et confirmées que longtemps après. Pour les poursuivre, il aurait fallu des moyens d'action dont ne disposent pas les hommes de Science et que les laboratoires ne peuvent leur fournir. L'intervention de l'État était nécessaire et un navire pourvu d'outillages puissants était indispensable pour fouiller le lit des mers. Avant nous, la Suède, l'Amérique, l'Angleterre, ont envoyé des bâtiments parcourir l'Océan pour en sonder les mystères. En France, le Gouvernement ne pouvait rester étranger à ce grand mouvement scientifique et devait concourir à la solution des problèmes que les autres peuples mettaient à l'étude, et, en 1880, un aviso à vapeur, *le Travailleur,* fut armé dans le port de Rochefort, pourvu de tous les appareils nécessaires et mis à la disposition d'une Commission pour aller scruter les profondeurs des eaux.

La première année, le *Travailleur* borna ses recherches au golfe de Gascogne, c'était une campagne d'essai. Le succès dépassa toutes les espérances, et, dès les premiers jours, les sondes, les dragues fonctionnèrent à merveille; les filets rapportaient des animaux inconnus pêchés à plus de 3000^{m} de profondeur. La seconde année, les naturalistes du *Travailleur* étendirent le champ de leurs recherches jusque dans le bassin occidental de la Méditerranée. Les côtes de la péninsule ibérique, de la Provence, de la Corse, de l'Algérie et du Maroc, ainsi que le détroit de Gibraltar, furent successivement visités et fournirent un contingent impor-

tant de faits nouveaux d'une valeur incontestable. Cet été, notre vaillant petit navire s'est avancé jusqu'aux îles Canaries et la moisson a été plus riche encore que les années précédentes.

Nous avons atteint dans le golfe de Gascogne des profondeurs de plus de 5000^{m} et nous en avons encore retiré des animaux vivants.

Ces opérations sont difficiles à conduire; il faut qu'elles se fassent par une mer calme. Aussi la grande préoccupation à bord du *Travailleur* était l'état du ciel, la direction du vent, la marche du baromètre. Il fallait des manœuvres longues et délicates pour dégager nos appareils quelquefois accrochés par des roches aiguës et quand une vague soulevait brusquement l'arrière du bâtiment au moment où le câble était fortement tendu, elle en amenait la rupture et la perte pouvait être irréparable. Parfois les filets revenaient vides, soit que le lit de la mer ait été inhabité, soit que les appareils n'aient pas atteint le fond, mais le plus souvent ils étaient chargés de trésors zoologiques; aussi, quand après des heures d'attente la lourde drague remontait lentement, c'était avec une vive émotion que nous cherchions à deviner de loin, à travers la transparence de l'eau, les surprises qui nous étaient réservées.

La vie abonde dans ces vallées sous-marines restées si longtemps fermées aux investigations. Ce ne sont pas les animaux des côtes qui descendent s'y réfugier; elles sont habitées par d'autres espèces, dont les formes étranges étonnent les naturalistes. La population des gouffres de l'Océan n'a rien de commun avec celle des eaux superficielles. Il y a là deux couches sociales superposées l'une à l'autre; elles se tiennent chacune dans leur domaine, sans se connaître et sans se mélanger. Les couches inférieures n'ont aucune aspiration à s'élever pour occuper la place des couches supérieures, et ces dernières ne peuvent changer de milieu; leur organisation s'y oppose. Les conditions de la vie des unes ne sont pas celles des autres; c'est ce qui en rend l'étude doublement instructive.

Pour recevoir les innombrables espèces que les explorations sous-marines ont fait connaître, les zoologistes ont dû beaucoup élargir les cadres de leurs classifications. Ils voyaient, avec sur-

prise, des centaines de formes animales nouvelles s'intercaler entre des types organiques que l'on supposait fort distincts et que ces jalons intermédiaires rattachaient, au contraire, étroitement. Ce ne sont pas des représentants déshérités du règne animal qui sont ainsi relégués dans les abîmes; on y trouve des êtres très parfaits, et les poissons sont loin d'y être rares. Sur la côte du Portugal, à peu de distance de l'embouchure du Tage, le *Travailleur* avait jeté ses lignes sur un fond de 1500^{m}. En quelques heures, vingt et un requins furent capturés; non pas des monstres énormes comme ceux qui suivent les navires à la recherche d'une proie, mais des poissons d'une taille encore fort respectable et de plus de 1^{m} de longueur. Evidemment ils vivent là en grandes troupes, mais jamais ils ne quittent leurs retraites, jamais on ne les voit près de la surface ou sur les rivages. Les crustacés, les mollusques, les zoophytes sont abondants, et quelques-uns atteignent des dimensions colossales comparées à celles des espèces des mêmes gronpes zoologiques qui habitent la surface.

La nature semble avoir oublié dans le fond des mers certains animaux qui vivaient déjà aux époques géologiques et qui constituent aujourd'hui les derniers survivants d'une faune ancienne. On peut suivre fort loin la généalogie de quelques-unes de ces espèces; on a même cru un instant qu'on trouverait, cachés sous les eaux, les êtres dont les dépouilles se sont conservées dans les dépôts des époques secondaire et primaire, et que les bélemnites, les ammonites, peut-être même les trilobites, habitaient quelques coins ignorés de l'Océan. On a dû renoncer à l'espérance de les y découvrir; néanmoins il est impossible de ne pas être frappé des analogies qui existent entre les dépôts actuels de nos vallées sous-marines les plus profondes et ceux qui datent de la période crétacée. Des organismes infiniment petits, que l'on nomme des foraminifères, s'y accumulent en nombre tellement considérable, qu'ils constituent de puissantes assises ayant tous les caractères des bancs de craie du bassin parisien. Les dragues du *Travailleur* rapportaient souvent des milliards de ces êtres microscopiques à enveloppe rigide d'une remarquable élégance, et, dans le golfe de Gascogne, près de la côte d'Espagne, 1^{cc} de limon, puisé à 1100^{m} de la surface, contenait plus de 100000 de ces foraminifères. Peu

à peu, leurs dépouilles forment des masses épaisses qui ensevelissent les animaux vivant sur le fond ; c'est ainsi que les étoiles de mer, les oursins, les éponges et tant d'autres, sont enfouis peu à peu et préparent les fossiles de l'avenir.

Quelques naturalistes, frappés de la puissance des manifestations de la vie dans les abîmes de l'Océan, avaient pensé que le berceau de la matière animée s'y trouvait caché. Ils avaient cru le découvrir, et leur imagination avait assigné un rôle des plus importants à une sorte de gelée molle et assez semblable à du blanc d'œuf, que les dragues ramassent parfois sur le limon des grandes profondeurs. A leurs yeux, cette gelée était de la matière vivante en voie d'organisation spontanée ; c'était un intermédiaire entre les corps inertes et les corps animés, c'était une ébauche grossière qui, plus tard, à la suite de transformations graduelles, devait produire des épreuves plus parfaites. Ils lui avaient donné un nom, celui de Bathybius, et une place dans leurs classifications, à côté des monères.

A bord du *Travailleur*, on s'était promis de ne rien négliger pour trouver et étudier le Bathybius. La recherche n'a pas été difficile. Souvent, au milieu de la vase, nous avons vu cette substance énigmatique ; nous l'avons soumise à l'examen du microscope. Le Bathybius n'est qu'un amas de mucosités que les éponges et certains zoophytes laissent échapper quand leurs tissus sont froissés par le contact trop rude des engins de pêche.

La lumière solaire pénètre difficilement à travers les couches de l'eau la plus transparente, et, au-dessous de quelques centaines de mètres, l'obscurité doit être complète. Comment donc se dirigent les animaux si variés qui y vivent? Les uns sont aveugles; ils marchent à tâtons et ils n'ont pour se guider que les perceptions du toucher, de l'odorat ou de l'ouïe ; aussi remarquons-nous que, par un juste système de compensation, certains organes se développent outre mesure ; les antennes de plusieurs crustacés dépourvus d'yeux sont d'une longueur extraordinaire : c'est le bâton de l'aveugle. D'autres animaux ont, au contraire, des yeux énormes et resplendissants de phosphorescence ; ils portent ainsi partout avec eux un foyer lumineux qui explique le développement de leur appareil visuel. Cette phosphorescence s'étend sou-

vent sur presque toute la surface du corps, et beaucoup d'espèces, surtout les étoiles de mer, les polypiers branchus et bien d'autres étincellent dans l'obscurité.

Une nuit, notre filet remontait à bord, chargé de zoophytes rameux de la famille des Isis. Ils émettaient des lueurs d'un admirable effet; des éclairs verdâtres s'allumaient tout à coup pour s'éteindre et se rallumer encore, courant sur les tiges de ces coraux et s'y succédant avec une telle rapidité et une telle intensité, qu'il nous était possible de lire à la clarté de ce singulier flambeau.

On admet généralement que la couleur est inséparable de la lumière et que les êtres qui ne voient jamais le soleil sont de nuances sombres ou pâles et effacées. Ils n'en est pas toujours ainsi, car, dans les parties les plus obscures de l'Océan habitent des animaux dont les teintes brillent d'un vif éclat; le rouge, le rose, le pourpre, le violet et le bleu sont répandus avec profusion. La plupart des crevettes qui foisonnent au fond des eaux sont d'une riche couleur carminée. Des Holothuries énormes ont l'aspect de l'améthyste, et une grande étoile de mer dépasse en beauté celles qui sont répandues sur nos côtes; l'élégance de ses formes, ses vifs reflets orangés en font une véritable merveille. Découverte dans les mers du nord par un naturaliste norvégien qui est aussi un poète distingué, elle a reçu de lui le nom de Brisinga. Ce nom, dans les légendes scandinaves, est celui de l'un des bijoux de la déesse Fréja et c'est en effet un charmant bijou que cette étoile des fonds de l'Océan.

Si les animaux pullulent jusque dans les régions les plus reculées des mers, les plantes en sont exclues; ces algues aux frondes vertes, rouges et violettes, si communes près des rivages, ne sauraient vivre dans l'obscurité, et elles cessent de se montrer dès qu'on descend au delà de 250^{m}. Où donc les animaux des abîmes puisent-ils leur nourriture, puisqu'ils ne sauraient la constituer de toutes pièces aux dépens des éléments minéraux? Les végétaux seuls peuvent, avec les gaz de l'air et les corps inertes, élaborer les matières organiques qui servent ensuite à l'alimentation des animaux herbivores, et, par leur intermédiaire, à celles des espèces carnassières. Il faut donc que la nourriture, préparée à la surface,

sous l'influence des rayons solaires, tombe peu à peu comme une sorte de manne dans les déserts sous-marins où aucune plante ne peut croître.

A mesure que l'on s'élève sur les flancs d'une haute montagne, on sent le froid devenir de plus en plus vif; de même, quand on s'enfonce dans la mer, on atteint peu à peu des couches presque glacées. Les grandes vallées de l'Océan sont traversées par des courants qui, partant des pôles, se dirigent vers l'Équateur. Au voisinage des îles Canaries, nos thermomètres, plongés à 4000^{m}, ne marquaient que + 2°, tandis que la température de l'eau qui nous entourait était de + 25°. Il en résulte que les conditions d'existence, si variées près des côtes, suivant le climat, deviennent uniformes à une certaine distance de la surface, et que les mêmes animaux peuvent alors habiter au nord et au sud, près des pôles et sous l'Equateur, pourvu qu'ils sachent se maintenir dans la couche dont la température leur convient. Ne nous étonnons donc pas si le *Travailleur* a trouvé, dans les profondeurs du golfe de Gascogne ou sur les côtes de la péninsule ibérique, à côté d'espèces que l'on croyait particulières aux régions du nord, d'autres espèces qui n'avaient encore été signalées que dans la mer des Antilles.

L'Océan nous a déjà beaucoup appris, mais il est loin de nous avoir révélé tous ses secrets, et ce que nous avons vu est de nature à déterminer de nouvelles explorations.

MER MORTE OU LAC ASPHALTITE.

La mer Morte ou lac Asphaltite, située en Palestine, est ainsi nommée à cause de son degré de salure qui ne permet pas aux poissons de vivre dans ses eaux, et parce que, de temps à autre, on voit flotter à sa surface des masses de bitume; elle est la limite d'une énorme crevasse dans laquelle le Jourdain coule à un niveau bien inférieur à celui de l'Océan. Cette forte dépression du sol, sur un point assez étendu de la Syrie australe, à une distance de 50 à 60 milles de la Méditerranée, est, comme l'a dit Humboldt, un phénomène si extraordinaire, que ceux-là

même qui l'ont constaté ont tout d'abord douté de la précision de leurs observations.

La mer Morte, dans sa plus grande longueur, dirigée du nord au sud, a 41 milles marins, et 9 milles dans l'endroit le plus large, qui se trouve, à très peu près, au milieu. Le point le plus rétréci n'a que 2 milles; ce détroit est formé par un promontoire lié à la côte orientale, à peu de distance de l'extrémité sud, là où sont les ruines de Sodome, près de la montagne de sel d'Usdum.

Dans les vingt dernières années, plusieurs tentatives de navigation ont été faites par de hardis voyageurs et malgré la tradition arabe qui dit : « Si l'on tient à la vie, on ne doit pas s'aventurer sur cette mer. »

En 1835, un Irlandais, M. Cottigan, avec un seul compagnon, descendit le Jourdain dans une petite embarcation qu'il avait apportée de la Méditerranée. Après avoir abordé à l'extrémité sud du lac, en exécutant des sondages, il tomba malade, au bout de cinq jours de navigation, et alla mourir d'épuisement à Jérusalem. Le journal de Cottigan n'a pas été retrouvé.

A la fin de mars 1837, MM. G.-H. Moor et W.-G. Beek conduisirent, avec des peines infinies, de Jaffa à Jéricho, en passant par Jérusalem, la barque dans laquelle ils naviguèrent. Jusqu'au 17 avril, ils se livrèrent à des opérations trigonométriques, exécutèrent de nombreux sondages. C'est à eux seuls que l'on doit la première notion de la dépression du bassin de la mer Morte, qu'ils avaient conclue de la température du point d'ébullition de l'eau. Abandonnés par les Arabes qui les accompagnaient, accablés par la maladie, ils furent obligés de renoncer à leur entreprise. M. Beek retourna en Europe et M. Moor passa en Égypte.

Au mois d'avril de la même année, un savant allemand, M. Schubert, de retour de la Palestine, se trouvait dans la vallée du Jourdain; son baromètre indiqua une dépres-

sion de 173^{m} au lac de Tibériade; à l'embouchure du fleuve, l'échelle de l'instrument devint trop courte pour y mesurer l'ascension du mercure. M. Schubert fut très étonné de voir flotter sur le lac un canot abandonné portant les couleurs britanniques.

M. de Berton, que le hasard mit en relation avec M. Moor, vérifia en 1837 et 1838, par des observations barométriques, le fait de la dépression qu'avaient signalé les deux voyageurs anglais. Ensuite le lieutenant Simond, par une triangulation terminée en 1841, a définitivement adopté 400^{m} pour la différence du niveau entre les deux mers, nombre que confirmèrent les mesures barométriques faites plus récemment par un naturaliste autrichien, M. Russeger (1).

L'année 1847 compta une nouvelle victime du lac Asphaltite, le lieutenant Molyneux, mort à Beyrout par suite du mal qu'il avait contracté en naviguant pendant quelques jours seulement dans le canot avec lequel il avait descendu le Jourdain. Molyneux fit de nombreux sondages, dont plusieurs donnèrent une profondeur de 1266 pieds parisiens, et l'armature de la sonde, dans une occasion, apporta du fond du lac plusieurs morceaux de sel.

L'expédition qui a jeté le plus de lumière sur le climat et la topographie de la mer Morte, est, sans aucun doute, celle que commandait le lieutenant Lynch de la marine des États-Unis (2).

Le 18 avril 1847, à 3^{h} de l'après-midi, les deux canots de l'expédition passèrent de l'embouchure du Jourdain sur la mer Morte, alors violemment agitée; l'eau, chassée par le vent du sommet des vagues, couvrait les armes, les vêtements d'un dépôt salin dont l'âcreté causait une sensation extrêmement pénible sur les lèvres et surtout dans

(1) M. Le Vigne, en 1864, a trouvé 392^{m}, altitude de Jérusalem.

(2) *Narrative of the expedition to the river Jordan and the Dead sea;* seconde édition, London 1850.

les yeux. Malgré une tempête dans une enceinte resserrée de montagnes noires et arides, d'où coulent des sources sulfureuses d'une extrême fétidité, l'équipage ne perdit pas courage, car, comme l'écrit le commandant Lynch, l'étonnement frappe, mais n'épouvante pas. La mer se calma aussi rapidement qu'elle s'était gonflée, et, en moins de vingt minutes, les embarcations, en voguant vent arrière, s'éloignèrent d'un lac qui menaçait de les engloutir. De l'embouchure de la rivière on vit le soleil se coucher, en laissant des nuages roses sur la côte de Judée, tandis que les pics de la chaîne de Moab restaient cachés dans une profonde obscurité. La mer étant en repos, on pouvait vérifier la ressemblance que lui attribuent les Arabes avec le plomb fondu quand elle est dans cet état d'immobilité.

Le 20 avril, dans la matinée, par une légère brise du sud, la température de l'air était de 27°,8; à $10^h 30^m$, la mer avait l'apparence d'un miroir, tant elle était tranquille; on vit dans la tente dressée sur la côte, le thermomètre s'élever à 31°,7. A 5^h de l'après-midi, le vent venant du nord, la température tomba à 26°,7.

A $8^h 30^m$ du soir, la nuit étant très obscure, la mer se couvrit d'une écume phosphorescente, et les vagues, en se brisant, éclairaient d'une lumière sépulcrale le bois mort et les blocs de rochers épars sur la plage.

La sonde rapporta plusieurs fois, mêlés au sable ou à l'argile du fond, des cristaux cubiques de sel marin.

Le 21 avril on trouva, sur la côte occidentale, une source d'eau douce ayant une température de 23°,9; c'était près de Ain-Turâbeh, où croissent des *Pistachia terebinthus*. Le sable supportait un dépôt de soufre. A 6^h du soir, température 21°,1.

Le 22 avril, la matinée paraissait très froide, le thermomètre à 6^h marquait 21°,1.

Le 23 avril, à 6^h du matin, température 21°,1; à 7^h, 28°,9; à $7^h 30^m$, 29°,4. La nuit avait été calme avec une

légère brise du nord, néanmoins on sentit une odeur hépatique. M. Lynch fait observer que l'infortuné Molyneux perçut la même odeur, une nuit qu'il passa sur le lac, et comme l'eau de la mer ne sent absolument rien, il attribue cette odeur aux sources sulfureuses et aux marais environnants.

Le 24 avril, à $4^h 45^m$ du matin, température 25°,6, léger vent du nord. Près de la côte, la sonde a rapporté des cubes de sel marin. On vit une caille morte flottant sur la mer et des myriades de sauterelles couchées sur la plage. On observa aussi du sable imprégné de sel et de bitume, au nord de la péninsule qui divise la mer Morte presque en deux zones, très inégales d'ailleurs, la plus petite se trouvant vers l'extrémité sud. Le bois sec qu'on rencontra sur la côte était tellement imprégné de sel, que l'équipage ne parvint pas à le faire brûler.

A $1^h 30^m$ de l'après-midi, le vent étant très faible, on ressentit l'odeur sulfureuse, et chacun de nous, dit le lieutenant Lynch, eut à résister à un sentiment d'abattement. A 6^h du soir, température 33°,3, on reconnut l'Arnon, ruisseau considérable d'eau fraîche, coulant entre des bancs de grès rouge, et dans lequel on aperçut de petits poissons. Durant la nuit, par une chaleur étouffante, on ressentit une odeur de soufre très prononcée.

Le 25 avril, à 9^h du matin, température 31°,7. Près de la partie sud du lac, la sonde amena d'une très petite profondeur une argile brune mêlée à du bois décomposé et des membranes de feuilles. Sur la côte, on reconnut des couches de calcaire, et la plage était jonchée d'innombrables sauterelles, on trouva aussi des morceaux de bitume.

A 8^h du soir, température 27°,8. A 9^h, 30°.

A minuit, le siroco se fit sentir, et la température s'éleva à 31°,1.

Le 26, à 4^h du matin, température 30°. On était alors à peu de distance de la montagne d'Usdum.

« C'était, dit le lieutenant Lynch, une scène de désolation. D'un côté s'élevait l'importante montagne de sel, de l'autre les rochers stériles de Moab où Loth trouva un abri; au sud, la plaine de sel où les Israélites défirent plusieurs fois leurs ennemis, et au nord, la mer, calme, immobile, que voilait un brouillard pourpre, recouvrait les ruines de Sodome et de Gomorrhe. L'éclat de la lumière blessait la vue, et l'on respirait avec difficulté dans une atmosphère embrasée. Pas un oiseau ne fendait cet air raréfié, à travers lequel le Soleil dardait le mystérieux élément sur lequel nous voguions, et qui seul, de toutes les œuvres du Créateur, ne contient pas un être vivant. »

L'attention des voyageurs fut attirée par une masse de sel isolée, une sorte de pilier rappelant celui que mentionne l'historien Josèphe, comme étant, suivant la tradition, la statue de la femme de Loth. M. de Saulcy, qui a visité Usdum, fait observer à cette occasion que, sans chercher beaucoup, on trouverait très probablement plus de deux cents femmes de Loth, les blocs de sel isolés, cylindriques, étant assez communs dans le voisinage des grands dépôts salifères.

La sonde indiqua un fond d'argile, et sur la plage formée d'un sable cimenté par du sel, on apercevait çà et là de gros morceaux de bitume.

L'expédition fixa la position géographique de l'extrémité sud de la montagne d'Usdum, placée en ce moment plus au sud que la limite australe de la mer; limite d'ailleurs très variable, comme l'observe le lieutenant Lynch: car dans l'hiver, elle avance au sud lors des crues du Jourdain et l'affluence des torrents, pour rétrograder vers le nord par suite de l'évaporation rapide que les eaux du lac éprouvent pendant l'été. Par la configuration du bassin, on voit que c'est, en effet, vers le sud, à partir de la péninsule, que la mer Morte doit surtout s'épancher lorsque son volume augmente. Les eaux, en disparaissant, laissent sur les

plages qu'elles ont envahies, d'épaisses couches de sel qu'on exploite dans plusieurs localités; Seetzen, qui voyageait au commencement du siècle, rapporte que le sel, très blanc, sans amertume, présente l'aspect de glaçons brisés, assez volumineux pour qu'un seul morceau fasse la charge d'un mulet.

A $3^h 30^m$ une légère brise étant tombée, la chaleur devint oppressive. La température de l'air était de 36°,1; la température de l'eau, prise à 1 pied anglais au-dessous de la surface de la mer, 32°,2.

A $3^h 50^m$, comme le lieutenant Lynch l'avait prévu, un violent ouragan souffla du sud-est et le thermomètre monta immédiatement à 38°,9. Les matelots fermaient les yeux pour les préserver de l'action d'un vent brûlant, ramant de toutes leurs forces pour éviter les vagues; à $4^h 30^m$, entièrement épuisé, mais encore plein de courage, l'équipage put débarquer sur le côté sud de la péninsule, près du Wady-Humeir, l'endroit le plus triste où l'on ait jamais campé. Les armes, les boutons des uniformes étaient si chauds, qu'on ne pouvait pas les toucher, et les plis intérieurs des vêtements avaient une température inférieure à celle de la partie extérieure exposée au contact de l'air. On bivouaqua dans un marais desséché. A 8^h du soir, le thermomètre, placé à 5 pieds au-dessus du sol, indiquait 41°,1; à 1 pied, 40° seulement. A minuit, 36°,7.

Le 27 avril, à 4^h du matin, par une légère brise du nord, la température s'abaissa à 27°,8; on éprouvait alors la sensation du froid. A $8^h 45^m$, le ciel étant sans nuages et le vent venant de l'ouest, le thermomètre marqua 35° dans l'air et 29°,4 dans l'eau du lac. A 3^h, les navigateurs aperçurent au nord-ouest une singulière houle ou plutôt une ondulation, car les vagues étaient transparentes, avec une surface lisse, et cependant il n'y avait pas alors assez d'air « pour agiter les boucles de la chevelure d'un enfant endormi ». Le lieutenant Lynch fit aussitôt gouverner

vers la terre, où l'on avait à peine débarqué, qu'on fut assailli par un coup de vent brûlant, un autre siroco; la mer devint furieuse, pour se calmer bientôt après. A 8^{h} du soir, le thermomètre marquait 28°,9; à minuit, 27°,8.

Le 28 avril, on observa le phénomène du mirage.

A midi, la température de l'air étant 30°,6, celle de l'eau fut trouvée 27°,8; malgré un vent fort, la tendance au sommeil était presque irrésistible; les matelots ramaient mécaniquement, avec les paupières à demi-fermées; tous dormaient, excepté le lieutenant et les rameurs; ce besoin de dormir allant jusqu'à une sorte de stupeur était surtout prononcé pendant la plus forte chaleur du jour, mais il persistait encore durant la nuit.

A 1^{h}30^{m}, l'expédition campa non loin d'Ain-Jidi-Engaddi, près d'une source, pour prendre du repos et se rafraîchir jusqu'au coucher du soleil. On essaya si un cheval et une mule pourraient se soutenir dans le lac, sans *chavirer*. L'expérience prouva que ces animaux y conservent leur équilibre. Un homme vigoureux surnagea, plongé jusqu'à la poitrine, sans faire le moindre effort pour se maintenir sur l'eau. On ramassa sur la plage un gros morceau de bitume, et pendant la nuit, le vent venant de l'ouest, on sentit une odeur nauséabonde de soufre et de marais.

Le 29 avril, on visita la fontaine de Jidy. Le 30 avril, près de la tente, température à 6^{h} du matin, 28°,9. La mer avait la couleur de l'absinthe diluée, l'eau était opaline; la sonde rapporta de l'argile et des cristaux de sel marin.

Jusque-là l'expédition avait joui d'une bonne santé, mais déjà presque tous les hommes présentaient des symptômes d'hydropisie : le visage était bouffi, le teint fortement coloré et même couperosé; chez quelques-uns le corps était couvert de pustules qu'irritait douloureusement le contact de l'eau salée.

Pendant la nuit le thermomètre baissa à 21°,1.

Le 1er mai, dans la matinée, la température s'est maintenue entre 30° et 32°, 2. On remarqua que l'un des canots, la *Fanny-Skinner*, construit en cuivre, prenait, par l'action du frottement sur l'eau du lac, le brillant de l'or bruni; mais aussitôt que le métal se trouvait exposé à l'air, il était immédiatement corrodé.

Au coucher du Soleil, la température n'était plus qu'à 27°, 8. Quoique le vent fût trop fort pour prendre une observation de l'étoile polaire, la nuit était étouffante, le thermomètre indiquait 27°, 2, et, circonstance remarquable, si l'on considère que l'air était très agité, il y eut une rosée assez abondante pour traverser l'étoffe de la tente. Le lieutenant Lynch fait remarquer que c'était la seconde fois qu'on avait eu de la rosée durant l'expédition, et dans les deux cas le phénomène se manifesta pendant un vent chaud soufflant du nord.

Le 2 mai, une partie de l'expédition suivit la route tracée à la base de la péninsule; on vit des cultures de millet arrosées par les eaux de la rivière (Wady) Beni-Hamad. Le terrain consistait en dépôts tertiaires, de grès friable, de calcaire coquillier et de marnes argileuses.

Le 3 mai, près de Wady-Môjed, la rivière Arnon de l'Ancien Testament, on reconnut que la côte est formée de roches escarpées de grès rouge (*reed sandstein*). La présence d'un dattier et des roseaux annonçait qu'il y avait eu de l'eau douce dans un ravin alors desséché que l'expédition traversa. A 5h du soir, on s'arrêta à l'embouchure de l'Arnon : la rivière avait alors 18 pieds anglais de large et 4 pieds de profondeur; à minuit, par un vent nord-ouest, la température de l'air fut trouvée de 25°, 6.

Le 4 mai, le lieutenant Dale sonda depuis l'Arnon jusqu'à Ain-Turâbeh, sur la côte opposée (ouest). Dans l'endroit le plus profond, à peu près au milieu du lac, on trouva une profondeur de 194 fathoms (1m, 829), avec un fond d'argile et de cristaux de sel.

A $8^h 40^m$, le lieutenant Lynch, resté sur la côte occidentale, rencontra un ruisseau coulant le long d'une éminence où il y avait un groupe de vingt et un dattiers, présentant un agréable contraste avec la monotonie des montagnes arides et brûlantes de la mer Morte. A midi, on arriva à la source chaude et légèrement sulfureuse de Callirohoe, formant un ruisseau de 12 pieds de large et de 10 pouces de profondeur. La température à l'air était de 25°, celle de la mer de 25°,6. Dans le ruisseau d'eau chaude le thermomètre monta à 35°. Il y avait là des tamarins et des roseaux. On eut froid pendant la nuit, la température étant tombée à 20°.

Le 5 mai, le lieutenant Lynch se rendit à Ain-Tubâreh; pendant la traversée il fit quelques observations avec le thermomètre à indicateur, qui démontrèrent la présence d'une couche d'eau froide entre la surface et le fond du lac. En effet, la température à la surface était 24°,4; à 18^m, 15°; à 318^m, 16°,7. La matinée était très chaude, pas un souffle d'air, et la nappe d'eau ressemblait à de l'huile.

Le 6 mai, à 9^h du matin, à l'ombre, le thermomètre marquait 37°,8; la mer était recouverte d'un léger brouillard; on fit descendre le thermomètre enregistreur à diverses profondeurs, et l'on retrouva constamment la couche d'eau froide à 18^m.

Le 7 mai, à 8^h du matin, température 41°,1. Les nuages étaient immobiles, la mer calme. A 6^h du soir, siroco extrêmement chaud, venant du nord-ouest.

Le 8 mai, à midi, température 43°,3, le thermomètre étant à l'ombre. Un épais brouillard dérobait la vue des côtes.

Le 9 mai on trouva 1,13 pour la densité de la mer Morte, laquelle, ainsi qu'on l'a constaté depuis à l'aide du microscope, ne renferme pas d'animalcules (1).

---

(1) Un savant étranger qui assistait à la séance de l'Académie dans la-

Les nombreux lits de torrents desséchés reconnus pendant l'expédition portent à conclure que la mer Morte reçoit à certaines époques de l'année une quantité d'eau douce considérable. Les rivières qui ne tarissent pas éprouvent aussi de très grandes crues. Ainsi, les Arabes disaient à M. de Berton que le Jourdain, qu'il voyait au mois d'avril réduit à une largeur de 8^m à 13^m, devient *une mer* lors de la saison pluvieuse; et le lieutenant Lynch a observé, à peu de distance du Wady-Mukaddam, sur un escarpement placé sur la côte, une marque indiquant que le niveau du lac avait dû monter de 7 pieds anglais au-dessus du point où il se trouvait le 22 avril. Si l'on considère combien la mer peut s'étendre vers le nord en regorgeant dans la vallée basse du Jourdain et vers le sud, en inondant la plaine salée dont l'ouverture est comprise entre l'emplacement de l'ancienne Sodome et le Wady-Safieh, on voit quelle énorme quantité d'eau elle doit recevoir pour hausser de 2^m.

D'après le Dr Robinson, l'arête de partage des eaux entre la mer Morte et la Méditerranée serait située près de Hébron, à environ 16 milles des bords du lac.

Les nombreux sondages exécutés pendant l'expédition américaine ont établi que le fond de la mer Morte est formé de deux plaines, séparées par le détroit de la péninsule; la plaine du nord, la plus étendue, est en moyenne à 113 pieds anglais au-dessous de la surface de l'eau; la plaine du sud, terminée à la base de l'Usdum, à 13 pieds seulement. La plus grande profondeur du lac est de 195 fathoms dans la partie au nord du détroit, et $2\frac{1}{4}$ fathoms dans la partie située au sud.

L'exploration de la mer Morte terminée, le lieutenant Lynch se rendit à Beyrout en passant par Jérusalem, Jaffa,

---

quelle j'ai lu ce Mémoire, m'a dit qu'il croyait que M. Ehrenberg avait constaté la présence d'animalcules dans l'eau de la mer Morte.

Nazareth et Damas, après avoir fait une reconnaissance des sources du Jourdain. Comme les voyageurs qui l'avaient précédée, l'expédition américaine paya son tribut à l'insalubrité du climat. Un de ses officiers les plus actifs, le lieutenant Deale, succomba, près de toucher au port, à une maladie dont le germe avait été contracté dans cette mémorable campagne.

J'ajouterai que, d'après les roches décrites ou rapportées, le terrain de la mer Morte appartient probablement au calcaire néocomien, c'est-à-dire aux assises inférieures de la formation crétacée. Le calcaire bitumineux, les conglomérats, paraissent être les roches les plus communes de cette contrée, où l'on a aussi signalé des produits volcaniques.

On possède plusieurs analyses de l'eau de la mer Morte; la plus ancienne est probablement celle de Lavoisier, Macquer et Sage, chargés d'examiner de l'eau que M. le chevalier Tolès avait envoyée à Guettard (1).

Ces Académiciens trouvèrent dans l'eau soumise à leurs recherches, dont la densité était de 1,250 :

		Dans 100 livres.
Sel marin à base de magnésie....	21,786	22,0
» à base de chaux.....	16,339	16,5
» ordinaire	6,250	6,5
	44,375	45,0
Eau.....	55,625	
	100,000	

L'eau avait été conservée dans des bouteilles bien bouchées, au fond desquelles on remarquait des cristaux de sel marin. Cette eau n'émettait aucune odeur.

En 1807, M. Marcet publia dans les *Philosophical*

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1778.

Transactions une analyse de l'eau de la mer Morte [1]. Il donne 1,211 pour la densité de l'eau analysée. Les résultats ont été pour 100 d'eau :

Chlorure de magnésium	10,246
» de sodium	10,360
» de calcium	3,920
Sulfate de chaux	0,054
	24,580
Eau	75,420
	100,000

En 1809, Klaproth trouva, dans l'eau de la mer Morte,

Chlorure de magnésium	24,20
» de sodium	7,80
» de calcium	10,60
	42,60
Eau	57,40
	100,00

L'eau analysée par Klaproth avait une densité de 1,245, supérieure, comme l'on voit, à la pesanteur spécifique déterminée par Marcet. Cette eau était d'ailleurs tellement chargée de sel, qu'il s'était déposé un cristal de chlorure de sodium au fond de la bouteille qui la contenait.

Gay-Lussac a analysé de l'eau que M. le comte Forbin avait prise en octobre 1817, pendant son voyage dans le Levant. Cette eau était contenue dans un vase en fer-blanc parfaitement bouché; elle n'avait aucune odeur : légèrement trouble lorsqu'on la retira du vase, elle devint bientôt très limpide. A la température de 17°C., sa densité était de 1,2283. Exposée à un froid de 7° au-dessous de

[1] Cette eau avait été rapportée par M. Gordon de Clunio; Marcet n'en eut à sa disposition qu'une très petite quantité.

zéro, il ne s'en déposa aucun sel, ce qui prouve qu'elle n'était pas saturée; mais le sel marin commença à se précipiter à la température de 15°, lorsque l'eau eut perdu par l'évaporation environ les $\frac{5}{100}$ de son poids (1).

Dans 100 parties d'eau Gay-Lussac a trouvé :

Chlorure de magnésium	15,31
» de sodium	6,95
» de calcium	3,98
» de potassium Sulfate de chaux	traces
	26,24
Eau	73,76
	100,00

C.-G. Gmelin, frappé de la grande différence que présentaient les résultats obtenus par Marcet et par Gay-Lussac, crut devoir entreprendre une nouvelle analyse. L'eau avait été apportée dans une bouteille de verre bien fermée, par M. Jacob Leutzen, qui l'avait puisée au printemps de 1822, à son retour du Caire. Elle était limpide, sans odeur, sa densité, déterminée à la température de 16°,3, 1,21223. Gmelin trouva dans cette eau le brome que M. Balard venait de découvrir. Il conclut en outre d'expériences exécutées avec un grand soin, que l'eau de la mer Morte ne renfermait pas de nitrates.

De 100 parties d'eau, on retira, par une évaporation à siccité et la calcination au rouge, un résidu pesant 23,53. Ce résidu ne présentait pas exactement le poids des sels en dissolution, parce que, vers la fin de l'opération, il s'était dégagé des vapeurs acides dues à la décomposition du chlorure de magnésium.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XI, p. 195.

Gmelin donne, pour la composition de l'eau,

Chlorure de magnésium	11,7734
» de sodium	7,0777
» de calcium	3,2141
» de potassium	1,6738
» de manganèse	0,2117
» d'aluminium	0,0896
Sulfate de chaux	0,0527
Chlorhydrate d'ammoniaque	0,0075
Bromure de magnésium	0,4393
Iodures	0,0000
Nitrates	0,0000
	24,5398
Eau	75,4602
	100,0000

L'eau rapportée par M. W.-F. Lynch, lieutenant de la marine des États-Unis, commandant de la belle expédition faite dans la mer Morte, a été analysée par MM. James, C. Booth et A. Muckle (1).

A la température de 15°,7, sa densité était 1,2274.

100 parties d'eau évaporées ont laissé un résidu pesant 26,7000.

Elles ont donné :

Chlorure de magnésium	14,5897
» de sodium	7,8554
» de calcium	3,1075
» de potassium	0,6586
Bromure de potassium	0,1374
Sulfate de chaux	0,0701
	26,4187
Eau	73,5813
	100,0000

(1) *Narrative of the expedition to the river Jordan and the Dead sea.*

MM. Boutron-Charlard et O. Henry ont analysé l'eau prise à deux heures de marche du Jourdain, sur la rive occidentale, le 2 avril 1850, par M. Alphonse Dunoyer, élève consul, gérant le consulat de Jérusalem (1).

Cette eau avait été rapportée dans une bouteille en fer-blanc, bien pleine, et dont le goulot était fermé par une soudure à l'étain. A sa sortie du vase, l'eau était claire et sans odeur; en la chauffant elle se troublait par un léger nuage ocracé. Sa pesanteur spécifique fut trouvée de 1,0992.

100 parties d'eau ont laissé un résidu pesant sec 14,933.

L'analyse a fourni les nombres suivants :

Chlorure de magnésium	1,696
» de sodium	11,003
» de calcium	0,680
» de potassium	0,166
Carbonates terreux	0,953
Sulfates de soude, de magnésie, de chaux.	0,233
Silice et matières organiques	0,200
Bromure, nitrates, oxyde de fer	traces
	14,931
Eau	85,069
	100,000

MM. Boutron-Charlard et O. Henry ne mentionnent pas dans leur Mémoire le procédé qui leur a permis d'admettre des nitrates dans l'eau soumise à leur examen, nitrates dont ils ont d'ailleurs constaté la présence dans l'eau du Jourdain.

M. F. Moldenhauser a publié une analyse de l'eau puisée en juin 1854 et dont la densité était 1,1160 (2).

---

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, mars 1852.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, mai 1856.

100 parties d'eau ont laissé un résidu pesant 13,879.

Cette eau renfermait :

			Chlore.
Chlorure de magnésium.....	6,8121	contenant	5,1618
» de sodium.....	2,9575	»	1,7948
» de calcium.....	1,4719	»	0,9415
» de potassium.....	2,3910	»	1,1613
Bromure de magnésium.....	0,1838	»	»
Sulfate de potasse	0,0627	»	»
	13,8790		9,0594

Chlore dosé directement..... 8,8718

Le motif qui avait porté Gmelin à entreprendre l'examen de l'eau de la mer Morte subsistait donc toujours, car non seulement l'analyse du célèbre chimiste de Heidelberg ne s'est pas accordée avec celles de Marcet et de Gay-Lussac, mais on voit, par ce qui précède, qu'elle ne s'accorde pas davantage avec les analyses les plus récentes.

Depuis que la présence de l'acide nitrique dans l'eau des rivières a été démontrée, il me parut très extraordinaire que l'eau de la mer et particulièrement celle de la mer Morte, à cause de la constitution géologique de son bassin, ne contînt pas de nitrates, ainsi que l'avait reconnu Gmelin; et, sans élever le moindre doute sur la netteté des résultats annoncés par cet analyste éminent, je désirais vivement vérifier un fait qui, aujourd'hui, a évidemment plus d'importance qu'il n'en avait en 1826. Une circonstance ayant mis en ma possession de l'eau de la mer Morte, j'ai pu rechercher les nitrates.

L'eau examinée m'a été remise à la fin de l'année 1855, par un jeune Américain de Panama, M. Domingo Arosamena; il l'avait prise au printemps; elle était dans une bouteille bouchée avec du liège, sans aucune odeur, d'une limpidité parfaite quand on eut laissé déposer une très petite

quantité d'une substance ayant l'aspect et la couleur de l'argile.

Densité, à la température de 14°,8, 1,194.

	Analyse de Boussingault.	Analyse de Gmelin.
Chlorure de magnésium...	10,7288	11,7734
» sodium.....	6,4964	7,0777
» calcium.....	3,5592	3,2141
» potassium....	1,6110	1,6738
Bromure de magnésium...	0,3306	0,4393
Sulfate de chaux.....	0,0424	0,0527
Sel ammoniac.....	0,0013	0,0075
Chlorure de manganèse...	0,0000	0,2117
Chlorure d'aluminium....	traces	0,0896
Nitrates.....	»	»
Iodures.....	»	»
	22,7697	24,5398
Eau.....	77,2303	75,4602
	100,0000	100,0000
Densité de l'eau 1,194.....		1,212.

En 1857, M. l'abbé mitré Mislin, camérier du pape, m'a remis un échantillon d'eau.

L'analyse a donné :

Chlorure de magnésium.....	10,517
» sodium.....	7,065
» calcium.....	2,343
» potassium.....	0,536
Bromure de magnésium.....	0,346
Sulfate de chaux.....	0,123
Sesquioxyde de fer.....	0,020
Matières fixes.....	20,950
Eau.	79,050
	100,000

Les nombres déduits de mon analyse se rapprochent assez de ceux trouvés par Gmelin ; la proportion de sels un peu plus forte, indiquée par ce chimiste, coïncide d'ailleurs avec la densité. Il est à remarquer que l'eau que j'ai analysée a été prise dans la mer Morte trente-trois ans après celle qui a fait le sujet du travail de Gmelin ; elles ont cependant été puisées dans la même saison, au printemps ; quant aux autres analyses, en éliminant même celles exécutées à une époque où la Science n'avait pas encore prescrit les formules à suivre dans ce genre de recherches, leurs résultats s'écartent très notablement de ceux que je viens de mentionner, et elles ne s'accordent pas mieux entre elles : toutefois, les différences sont d'un ordre qui ne permet pas d'admettre qu'elles proviennent toujours d'erreurs de manipulations. Ce n'est pas seulement par la quantité de sel tenue en dissolution que ces eaux diffèrent, ce qui s'expliquerait par leurs divers poids spécifiques, mais le rapport des sels entre eux est loin de rester le même, comme il est facile de s'en convaincre en comparant la composition des substances salines.

Dans 100 de sels de l'eau de la mer Morte :

	Marcet.	Gay-Lussac.	Booth et Muckle.	Boutron et Henry.	Moldenhauer.	Gmelin	Boussingault.
Chlorure de magnésium.....	41,68	58,35	55,22	11,36	49,08	47,98	46,95
Chlorure de sodium.....	42,15	26,49	29,73	73,69	21,31	28,84	28,51
Chlorure de potassium.....	"	"	2,49	1,11	17,22	6,82	7,07
Chlorure de calcium.....	15,95	15,16	11,76	4,55	10,50	13,10	15,62
Bromure de magnésium.....	"	"	"	"	1,32	1,79	1,62
Bromure de potassium.....	"	"	0,53	"	"	"	"
Sulfate de chaux.....	0,22	"	0,27	"	"	0,21	0,19
Matières diverses.....	"	"	"	9,29	0,57	1,26	0,04
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Ce qui caractérise l'eau de la mer Morte, c'est une notable proportion de substances salines et la présence du brome en forte dose, puisque dans 1^{mc} de cette eau il y a 3^{kg} à 4^{kg} de bromure de magnésium. Si un jour le brome trouvait une large application à l'industrie, la mer Morte est la source où il faudrait l'aller chercher.

Pline rapporte que de riches habitants de Rome, qu'il taxe d'ailleurs d'extravagance, faisaient rapporter de l'eau du lac Asphaltite pour s'y baigner, lui attribuant certaines vertus médicinales; à cette occasion, Galien remarque qu'ils auraient pu s'épargner cet embarras en faisant dissoudre du sel marin dans de l'eau douce; à quoi Reyland répond, avec raison, que Galien ignorait que l'eau du lac renfermait autre chose que du sel en dissolution.

Il paraît, en effet, hors de doute que, en raison des bromures qui s'y trouvent, cette eau doit être douée de propriétés thérapeutiques très prononcées.

La forte proportion de sels trouvée en 1778 par les académiciens français, en 1809 par Klaproth, provient peut-être de ce que les chlorures dosés n'avaient pas été convenablement desséchés. Toutefois il y a ceci de remarquable, que ces matières salines correspondent à une densité supérieure à celles qu'on a observées depuis. Les eaux analysées à ces deux époques étaient d'ailleurs plus près du point de saturation, puisque, après avoir été transportées en Europe dans des vases parfaitement fermés, elles ont laissé déposer des cristaux de chlorure de sodium.

On ne saurait, ce me semble, attribuer entièrement à des erreurs les très grandes variations que l'on remarque dans la composition de l'eau de la mer Morte, telle qu'elle est établie par divers chimistes. Des erreurs de cet ordre ne sont pas admissibles, même en tenant compte des progrès faits par l'analyse dans les cinquante dernières années; ces différences de composition dépendent évidemment de

la variation que subit la constitution de l'eau salée, par suite des circonstances météorologiques, par le plus ou moins d'abondance des eaux douces affluentes, ou par l'effet d'une évaporation plus ou moins prolongée dont la conséquence, comme l'a reconnu le lieutenant Lynch, est une baisse du niveau du lac Asphaltite de plus de 2^{m} au-dessous du point qu'il atteint dans la saison pluvieuse; la diminution des eaux est telle dans certaines circonstances, que, comme l'affirment les Arabes, un cavalier se rend quelquefois, de la côte occidentale à la côte orientale, en traversant à gué la partie du lac placée au sud de la péninsule, là où les sondages de l'expédition américaine indiquaient, en avril 1847, une profondeur d'environ un fathom.

L'analyse établit donc que l'eau de la mer Morte n'a pas la même composition à toutes les époques de l'année, et que les substances salines qu'elle tient en dissolution varient non seulement sous le rapport de la quantité, mais encore dans leur nature. Elle rend même assez vraisemblable que la masse liquide du lac Asphaltite ne possède pas une constitution homogène.

Par une série d'expériences des plus intéressantes, MM. Malaguti, Durocher et Sarzeaud ont prouvé que l'eau de l'Océan renferme du chlorure d'argent; 100^{kg} d'eau de mer puisée à quelques lieues de la côte de Saint-Malo ont donné $0^{gr},001$. Un savant du plus grand mérite, M. Forchammer, de Copenhague, a confirmé le fait en ce qui concerne l'eau de la Baltique. Comme la mer Morte est plus chargée de sels que l'Océan, il y avait lieu de supposer qu'elle contiendrait une plus forte proportion de chlorure d'argent; j'ai prié mon savant collègue au Conservatoire des Arts et Métiers, M. Edmond Becquerel, d'y rechercher l'argent au moyen de procédés électrochimiques, et, quoiqu'il n'ait pas été possible d'obtenir la moindre apparence de dépôt métallique sur l'électrode

d'or, la question n'est pas résolue, par la raison que, faute de matière, l'expérience n'a pu être tentée que sur quelques centimètres de liquide. C'est un sujet de recherches que je recommande aux personnes qui pourront opérer sur une plus grande quantité d'eau de la mer Morte.

FIN DU TOME SEPTIÈME.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DU MERCURE DANS LE BAROMÈTRE SOUS L'ÉQUATEUR 1

Amplitude des variations diurnes barométriques à diverses stations dans les Cordillères 1

La Guayra : latitude N., 10° 35′ 9

Santa Marta : latitude N., 11° 15′ 9

Cartagena : latitude N., 10° 25′ 10

Payta : latitude S., 5° 6′ 11

Tumaco : latitude N., 1° 30′ 14

Observations dans la chaîne du littoral de Venezuela et dans les vallées d'Aragua 15

Caracas : latitude N., 10° 38′; altitude, 936^{m} 15

La Vittoria : latitude N., 10° 14′; altitude, 561^{m} 18

Maracay : latitude N., 10° 17′; altitude, 439^{m} 18

San Luis de Cura : latitude N., 10° 5′; altitude, 262^{m} 19

Nueva Valencia : latitude N., 10° 10′; altitude, 488^{m} 19

San Carlos : latitude N., 9° 40′; altitude, 169^{m} 20

Tocuyo : latitude N., 9° 15′; altitude, 629^{m} 20

Merida : latitude N., 8° 15′; altitude, 1619^{m} 21

Pamplona : latitude N., 7° 18′; altitude 2311^{m} 21

Santa Fé de Bogota : latitude N., 4° 36′; altitude, 2641^{m} 22

Température moyenne des mois à Bogota, en 1823 et en 1824 24

Quantité de pluie tombée à Bogota de 1837 à 1842 24

Observations météorologiques enregistrées à Bogota, d'août 1823 à décembre 1824 25

Ubate : latitude N., 5° 4′; altitude, 2562^{m} 26

Chiquinquira : latitude N., 5° 32′; altitude, 2597^{m} 26

Velez : latitude N., 6° 5′; altitude, 2198^{m} 26

Observations faites dans la vallée du rio Grande de la Magdalena. 27

Honda : latitude N., 5° 12′; altitude, 270^{m} 27

Tocayma : latitude N., 4° 32′; altitude, 455^{m} 28

Ibagué : latitude N., 4° 28′; altitude, 1323^{m} 28

Antioquia : latitude N., 6° 30′; altitude, 629^{m} 29

Rio Negro : latitude N., 6° 8′; altitude, 2126^{m} 29

Sonson : latitude N., 5° 42; altitude, 2535^{m} 30

Pages

Mines d'or de Marmato : latitude N., 5°22'; altitude, 1567m.... 32
Cartago : latitude N., 4°45'; altitude, 978m..... 33
Popayan : latitude N., 2°26'; altitude, 1809m..... 35
Anserma Nuevo : latitude N., 4°48'; altitude 1050m..... 35
Plaines du rio Meta et de l'Orénoque..... 36
San Martin : latitude N., 3°45'; altitude, 432m..... 36
Pasto : latitude N., 1°13; altitude, 2610m..... 37
Novita : latitude N., 4°36'; altitude 180m..... 38
Plateau de l'Équateur..... 38
Quito : latitude S., 0°14'; altitude, 2910m..... 39
Pluie tombée à Quito en 1864 et en 1865..... 40
Jours de pluie, de brouillard et de tonnerre enregistrés à Quito pendant une année..... 41
Latacunga : latitude australe, 0°59'; altitude, 2860m..... 42
Moyenne des températures observée à Latacunga, en 1857..... 43
Métairie d'Antisana : latitude S., 0°32'..... 44
Pluie tombée à Latacunga en 1857..... 44
Métairie d'Antisana : température moyenne des mois..... 46
Pluie tombée à la métairie d'Antisana..... 48
État général du ciel à la métairie d'Antisana..... 48
SUR LA COMPOSITION DU LAIT DE L'ARBRE DE LA VACHE.... 64
LES SOURCES THERMALES DE LA CHAINE DU LITTORAL DU VENEZUELA..... 69
Sources d'Onoto : altitude 696m..... 69
Sources de la Mariara : altitude 553m..... 70
Sources de las Trincheras, près Nueva Valencia..... 71
SUR LES MATIÈRES SUCRÉES CONTENUES DANS LE FRUIT DU CAFÉIER..... 77
SUR LA FERMENTATION ALCOOLIQUE RAPIDE, par M. Joseph Boussingault..... 82
Effet de l'alcool développé sur l'activité de la levure pendant la fermentation..... 97
MÉMOIRE SUR L'INFLUENCE DES DÉFRICHEMENTS DANS LA DIMINUTION DES COURS D'EAU..... 105
Lac de Valencia dans la vallée d'Aragua..... 109
Lacs sur les plateaux de la Nouvelle-Grenade..... 113
Lac de San-Pablo ou de Chilcapan, près de l'Équateur..... 117
Lagune de Quilatoa dans l'hémisphère austral : altitude, 4000m. 118
Étude des lacs de l'Asie..... 119
Lacs de la Suisse..... 120
SUR LA DISSOCIATION DE L'ACIDE DES NITRATES PENDANT LA VÉGÉTATION ACCOMPLIE DANS L'OBSCURITÉ..... 130
DU GOITRE DANS LA NUEVA GRANADA ET L'ECUADOR..... 148
Salines iodifères exploitées dans la Cordillère..... 172
SUR LA FIXATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE DANS LA TERRE VÉGÉTALE, par M. Th. Schloesing..... 175

Pages

PRÉPARATION DU PHOSPHATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN AU MOYEN DE L'URINE; son action comme engrais 180
LE PALMIER A CIRE (*Ceroxylon andicola*) 186
Composition de la cire brute du palmier et de la cire d'abeille. 189
Cire de Chine (*Rhus succedaneum*) 190
Cire du Carnauba 190
SUR LA FERMENTATION ET LA CONSERVATION DES FOURRAGES VERTS EN SILO, par M. G. LECHARTIER 197
Études de diverses particularités de l'ensilage 210
Fermentation du trèfle 212
SUR L'OPPORTUNITÉ DE FAIRE INTERVENIR, DANS QUELQUES CIRCONSTANCES, L'ARSENIC DANS LE CHAULAGE DES GRAINS. 233
Expériences sur le froment chaulé par l'intervention du sulfate de cuivre 235
Chaulage du grain par l'intervention de l'acide arsénieux 240
SUR L'APPARITION DU MANGANÈSE A LA SURFACE DES ROCHES. 252
LE CACAO ET LE CHOCOLAT 275
Principes contenus dans les graines de cacao 282
Composition des chocolats de fabrication française et espagnole. 288
Développement de l'industrie du chocolat en France 291
SUR LA COMPOSITION DES SUBSTANCES MINÉRALES COMBUSTIBLES 299
Bitumes mous, bitumes liquides 301
Bitume des puits de feu de la Chine 304
Bitumes solides : asphalte 307
Résines fossiles 308
Succin 311
Dysodile 312
Lignites 313
Houille 314
Fusain 316
Anthracites 317
Graphite 319
SUR LA COMPOSITION DES EAUX DE LA MER MORTE 322
Végétation dans les océans, mer des Sargasses 322
Observations faites sur les profondeurs dans lesquelles vivent certains animaux marins, d'après M. A. Milne-Edwards 341
Mer Morte ou lac Asphaltite, dépression du sol 348
Climat et topographie de la mer Morte, d'après l'expédition du lieutenant Lynch 350
Analyses de l'eau de la mer Morte 359
Recherche de l'argent dans l'eau de la mer Morte 368

6699 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

AGRONOMIE,

CHIMIE AGRICOLE

ET

PHYSIOLOGIE.

L'Auteur et les Éditeurs de cet Ouvrage se réservent le droit de le traduire ou de le faire traduire en toutes langues. Ils poursuivront, en vertu des Lois, Décrets et Traités internationaux, toutes contrefaçons, soit du texte, soit des gravures, ou toutes traductions faites au mépris de leurs droits.

Le dépôt légal de cet Ouvrage a été fait à Paris dans le courant de 1891, et toutes les formalités prescrites par les Traités sont remplies dans les divers Etats avec lesquels la France a conclu des conventions littéraires.

Tout exemplaire du présent Ouvrage qui ne porterait pas, comme ci-dessous, la griffe des Editeurs, sera réputé contrefait. Les mesures nécessaires seront prises pour atteindre, conformément à la loi, les fabricants et les débitants de ces exemplaires.

Gauthier-Villars et Fils

10705 Paris. — Imprimerie Gauthier-Villars et Fils, quai des Grands-Augustins 55.

AGRONOMIE,

CHIMIE AGRICOLE

ET

PHYSIOLOGIE,

PAR M. BOUSSINGAULT,
Membre de l'Institut.

3e ÉDITION, REVUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE.

TOME HUITIÈME.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1891

(Tous droits réservés.

L'ŒUVRE AGRICOLE DE M. BOUSSINGAULT,

PAR M. P.-P. DEHÉRAIN [1],
Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum et à l'École de Grignon.

M. Boussingault est mort à Paris, le 11 mai 1887; il était l'un des derniers de cette vigoureuse génération scientifique du commencement du siècle qu'avaient illustrée Le Verrier, J.-B. Dumas, Regnault, Cl. Bernard et tant d'autres.

Son œuvre est impérissable : en appliquant les procédés rigoureux de la Chimie analytique à l'étude des questions agricoles, Boussingault a posé sur un sol solide, inébranlable, les bases d'une Science nouvelle : la Chimie agricole date de lui. Quand il commença, elle en était encore aux tâtonnements des débuts; Th. de Saussure, malgré son admirable sagacité, n'avait pas su la constituer en corps de doctrine. A la fin de sa longue vie, M. Boussingault a pu voir les procédés de recherches qu'il a imaginés partout employés; ses idées, contrôlées par des milliers d'expériences, enseignées dans tous les cours; la Science agricole enfin, assez sûre d'elle-même pour guider les praticiens et les conduire au succès.

Comment le grand homme que nous venons de perdre a-t-il accompli cette lourde tâche? C'est ce que j'essaye d'indiquer dans cet écrit.

[1] Cette belle étude a paru dans le Tome XIII des *Annales agronomiques*. Nous remercions vivement M. Dehérain d'avoir bien voulu nous autoriser à la reproduire en tête de ce Volume. (*Note des éditeurs.*)

M. Boussingault (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) est né à Paris en 1802; ses premières études terminées, il entra à l'École des mineurs de Saint-Étienne; puis, encore très jeune, en 1822, partit pour l'Amérique du Sud avec un jeune médecin, M. le Dr Roulin, qui plus tard, revenu en France, y devint bibliothécaire de l'Institut (1).

A la fin de sa vie, déjà un peu affaibli par son grand âge, M. Boussingault aimait à se reporter à ses premières années, à rappeler ses débuts, et pendant une visite que je lui fis à l'automne de 1884 il me raconta l'anecdote que je rapporte ici presque textuellement, ayant pris la précaution de l'écrire le soir même.

A. de Humboldt, qui avait parcouru l'Amérique quelques années avant que M. Boussingault y arrivât, lui avait donné des lettres d'introduction pour tous les hommes marquants qui pouvaient lui être utiles, et notamment pour le général Bolivar, déjà engagé dans la guerre de l'Indépendance. Bien que les hostilités fussent sérieusement commencées, M. Boussingault n'hésita pas à se présenter au général; il le rejoignit à son bivouac, et le jeune voyageur exposait ses projets, quand la conversation fut brusquement interrompue par le crépitement de la fusillade; ce n'était qu'une escarmouche d'avant-poste, et après quelques instants on put reprendre l'entretien : « Vous voyez, monsieur, dit le général, vous arrivez dans un pays où le pic du mineur est moins employé que le fusil du soldat; il m'est plus facile de vous donner un brevet d'officier qu'une commission d'ingénieur. » Boussingault n'hésita pas, il suivit la fortune du *Libérateur*, comme il l'appelait toujours; il resta six ans au service de l'armée américaine, plus souvent employé, d'ailleurs, dans les services techniques que dans les opérations actives.

---

(1) Voy. *Revue scientifique*, 2e semestre 1874, p. 45, une courte Notice nécrologique sur M. Roulin.

Le long séjour que fit M. Boussingault dans l'Amérique tropicale lui avait laissé une impression profonde : on trouve épars dans ses Ouvrages, on écoutait avidement dans ses leçons, les récits de ses excursions; elles sont racontées sobrement, mais avec une justesse d'expressions qui en font des tableaux achevés.

De retour en France, M. Boussingault y trouva sa réputation faite; les nombreuses Communications adressées à l'Académie avaient dévoilé un observateur sagace, intrépide, sachant bien voir, doué du sens critique le plus étendu; on lui fit une place dans l'enseignement : il fut nommé professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Lyon. En 1833, il épousa Mlle Le Bel; par cette union il devint, avec son beau-frère, propriétaire du domaine de Bechelbronn, dans le Bas-Rhin, partagea la direction de l'exploitation, et, comprenant tout le parti qu'il pouvait tirer de cette situation exceptionnelle, il commença cette longue série de recherches d'où est sortie la Chimie agricole.

Le succès ne se fit pas attendre; bien que la Faculté des Sciences de Lyon lui eût décerné le décanat, elle ne put le retenir; il revint à Paris professer au Conservatoire des Arts et Métiers, dans cette chaire dont il est resté titulaire jusqu'à la fin de sa vie. En 1839, l'Académie des Sciences l'admit dans son sein; cette haute récompense n'éteignit pas son ardeur, il se consacra à ses études avec une énergie qui ne s'est ralentie tout à fait que dans ces dernières années, quand les forces lui ont fait défaut.

Si, à la suite de la Révolution de 1848, sollicité par ses compatriotes du Bas-Rhin, il accepta de les représenter à l'Assemblée nationale, il déposa bientôt son mandat pour aller siéger au Conseil d'État. Cette excursion dans les fonctions publiques fut de courte durée : le coup d'État de 1851 le rendit à la Science, et dès lors l'histoire

de sa vie, mêlée de tristesse et de joie comme toutes les existences humaines, n'est plus marquée que par le progrès de ses études.

« Pour comprendre ce que nous avons fait, me disait-il un jour, il faut se rappeler où l'on en était quand j'ai commencé : à cette époque, on ne savait pas que le foin renfermât de l'azote! » Et il me rappelait le mot suivant de Bunsen : « Un volcan avait déversé de la lave sur une prairie, une forte odeur ammoniacale s'était répandue; consulté sur ce fait par un voyageur qui ne savait comment l'expliquer, Bunsen écrivit : « L'ammoniaque vient » de l'herbe. Boussingault a trouvé récemment qu'elle » renferme de l'azote. »

Au moment où M. Boussingault commence ses travaux, on ignore la composition du foin, l'aliment par excellence des herbivores, et cependant les recherches furent si actives, si bien conduites, que quelques années plus tard, en 1841, M. Dumas, s'appuyant sur les travaux exécutés par son ami, put professer à l'École de Médecine cette magnifique leçon sur la *Statique des êtres organisés,* dans laquelle apparaissent pour la première fois, dans toute leur majestueuse simplicité, les liens qui attachent les uns aux autres les végétaux et les animaux.

« Nous avons reconnu, dit M. Dumas, que les animaux ne créent pas de véritables matières organiques, mais qu'ils les détruisent; que les plantes, au contraire, créent habituellement ces mêmes matières....

» Ainsi, c'est dans le règne végétal que réside le grand laboratoire de la vie organique; c'est là que les matières végétales et animales se forment, et elles s'y forment aux dépens de l'air;

» Des végétaux, ces matières passent toutes formées dans les animaux herbivores, qui en détruisent une partie et qui accumulent le reste dans leurs tissus.

» Des animaux herbivores, elles passent toutes formées

dans les animaux carnassiers, qui en détruisent ou en conservent selon leurs besoins;

» Enfin, pendant la vie de ces animaux ou après leur mort, ces matières organiques, à mesure qu'elles se détruisent, retournent à l'atmosphère d'où elles proviennent;

» Ainsi se forme ce cercle mystérieux de la vie organique à la surface du globe. »

Et comment, en quelques années, de si grands progrès ont-ils pu s'accomplir? Comment la clarté s'est-elle faite tout à coup, perçant les profondes ténèbres dans lesquelles on était plongé naguère? Par l'emploi régulier, judicieux, de l'analyse élémentaire.

Les procédés de dosage du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, s'étaient perfectionnés; on savait doser régulièrement ces éléments; les méthodes étaient encore pénibles, mais très sûres; M. Boussingault les emploie, et en quelques années est largement ébauchée la grande œuvre à laquelle on travaille encore, sans avoir rien à changer au programme que les maîtres ont tracé il y a près de cinquante ans.

Le robuste bon sens de M. Boussingault ne s'y est pas trompé; il a vu comment, avec les méthodes exactes de l'analyse élémentaire, le problème pouvait être abordé; s'il eût voulu dès cette époque marcher sur les traces de M. Chevreul et entreprendre l'analyse immédiate des produits agricoles, il aurait échoué; le moment n'était pas venu, et il est curieux de comparer à ce point de vue ses premiers travaux sur la germination à ceux qu'il exécuta quarante ans plus tard, quand les progrès de la Chimie organique rendirent accessible ce qui ne l'était pas au début.

Reconnaître ce qui peut être tenté et, quand la conviction est faite, aborder résolument l'obstacle et l'enlever par un vigoureux effort, c'est le propre d'un esprit juste,

droit, appelé à réussir dans les plus grandes entreprises.

C'est par l'analyse des fourrages que M. Boussingault a commencé ce long labeur qui a poussé la Science agricole à l'état où nous la voyons aujourd'hui.

« L'identité (1) de composition et de propriété qui semble exister (2) en de certaines matières tirées des deux règnes conduit naturellement à penser que les animaux ne créent point les substances qui entrent dans leur organisation, mais qu'ils les trouvent toutes formées dans les aliments. Ce principe fondamental, que les animaux trouvent leur propre substance dans les aliments qui les nourrissent, peut éclairer le praticien dans l'alimentation des herbivores ; car si la viande, la graisse, les os, existent à peu près tout formés dans les fourrages, il est bien évident que les plus convenables sont précisément ceux qui, sous le même poids, contiennent le plus de ces divers matériaux de l'organisation.

» Toutes les substances examinées jusqu'à présent et qui servent de nourriture aux herbivores présentent dans leur composition une certaine quantité de principes azotés. On sait, par les recherches de M. Magendie, que les aliments exempts d'azote sont insuffisants pour entretenir la vie. L'expérience montre que les animaux soumis à un régime non azoté perdent leur embonpoint et finissent par mourir. D'un autre côté, il est reconnu que la qualité d'une farine augmente avec le gluten qui y est contenu. C'est parce que les légumineux, comme les haricots, les pois, les fèves, sont plus riches en principes azotés, en viande, que les céréales, qu'ils sont aussi bien autrement nourrissants.

» Par toutes ces considérations, j'ai admis que la pro-

---

(1) *Économie rurale,* t. II; 1844.

(2) Cette identité a été démontrée par les analyses de Dumas et Cahours, pour les principaux principes quaternaires : albumine, fibrine et caséine.

priété alimentaire des végétaux réside surtout dans leurs matières azotées, et que par conséquent *leur faculté nutritive est proportionnelle à la quantité d'azote qui entre dans leur composition*. Par ce qui précède, on a pu remarquer que, néanmoins, je suis bien loin de croire que les matières azotées sont suffisantes pour réaliser l'alimentation; mais il est de fait qu'un aliment végétal fortement azoté est généralement accompagné des autres éléments organiques et inorganiques qui concourent à la nutrition.

» En dosant l'azote d'un assez grand nombre de fourrages, j'ai eu particulièrement en vue de rechercher une base qui pût servir de point fixe pour apprécier comparativement leur valeur nutritive. Depuis longtemps les agronomes les plus distingués de l'Allemagne et de l'Angleterre ont essayé de résoudre cette importante question d'économie rurale. C'est dans ce but que Thaër et plusieurs observateurs ont donné, comme résultat de leur expérience, des nombres qui expriment les rapports en poids suivant lesquels les différentes espèces de fourrages peuvent être substituées l'une à l'autre. Ces nombres sont de véritables équivalents; ils indiquent, par exemple, que telle quantité de foin ou de racines peut être remplacée par telle autre de feuilles ou de grains, pour nourrir également un bœuf à l'engrais ou un cheval de labour. »

M. Boussingault avait donné, dans les Mémoires insérés aux *Annales de Chimie et de Physique*, la richesse en azote de divers fourrages, puis leur équivalent, basé sur cette détermination, en prenant comme unité de comparaison le foin de prairie; dans la première édition de l'*Économie*, les nombres calculés d'après la théorie sont inscrits parallèlement à ceux qu'avaient donnés nombre d'observateurs d'après les expériences directes sur l'alimentation des animaux de la ferme; l'accord est loin d'être complet. M. Boussingault ne tarde pas à reconnaître

que la base sur laquelle il avait voulu établir les équivalents nutritifs des fourrages était trop étroite, quand elle reposait exclusivement sur le dosage de l'azote; les nombreuses expériences qu'il exécuta sur les animaux de Bechelbronn, celles qu'il fit disposer sur des chevaux de troupe à Melun, à Lunéville, à Strasbourg, lui démontrèrent clairement qu'il faut tenir compte des éléments non azotés de la ration; aussi le Tableau des équivalents de la valeur nutritive des fourrages a-t-il, dans la seconde édition de l'*Économie rurale* (1851), subi de profondes modifications; il est remplacé par un Tableau de la constitution des substances végétales alimentaires, comprenant leur teneur en eau, phosphates, ligneux et cellulose, matières grasses, amidon, sucre et analogues, albumine, légumine ou caséine, et enfin la proportion d'azote, dont le dosage a permis de calculer la teneur des fourrages en principes quaternaires. Le Tableau contient l'équivalent nutritif basé sur la teneur en azote du fourrage, mais il se termine par trois colonnes qui marquent nettement le progrès accompli pendant le temps qui sépare les deux publications; elles comportent les titres suivants : *Matières nutritives non azotées en excès sur l'équivalent, — manquant dans l'équivalent;* enfin la dernière colonne du Tableau renferme les poids de paille à ajouter pour compléter l'équivalent.

Un exemple fera très bien comprendre la nouvelle méthode préconisée par M. Boussingault : le foin de prairie, dont l'équivalent est pris égal à 100, renferme 1,15 d'azote; le regain de foin a un équivalent de 58, car sa richesse en azote est de 1,98; il faudrait donc, d'après la théorie, remplacer 100 kilos de foin par 58 de regain, et dans ces deux rations les animaux trouveraient le même poids de matières azotées, mais naturellement beaucoup moins de matières grasses et d'hydrates de carbone dans le regain que dans le foin; si l'on fait la substitution du regain au

foin, il convient donc d'ajouter à ce dernier un aliment qui apporte à la ration les matières non azotées qui font défaut. M. Boussingault emploie la paille pour fournir ce complément, et il calcule la quantité qui serait nécessaire pour rétablir la ration regain-paille à celle qui ne renferme que du foin.

Non seulement M. Boussingault tient compte des substances ternaires, mais en outre il veut savoir comment elles concourent à la nutrition; c'est ce qui est dit clairement dans le passage suivant de l'*Économie rurale* (2e édition), page 270 :

« Le foin et la pomme de terre, amenés au même état de dessiccation, ont, à peu de chose près, les mêmes proportions d'azote : 1,3 et 1,6 pour 100, c'est-à-dire environ 9 pour 100 de viande [1]. Dans la pomme de terre sèche, 90 parties sont formées en grande partie par de l'amidon. Dans le foin, il y a, au contraire, dans le résidu, une forte proportion de ligneux. Ces faits sont de nature à expliquer pourquoi, malgré à peu près le même contenu en matière animalisée, la pomme de terre sèche peut réellement être plus nutritive que le foin sec. Pour donner aux équivalents théoriques toute la précision désirable, il convenait donc de déterminer, pour chaque espèce d'aliment, la quantité de matière organique qui échappe à la digestion : c'est un travail que j'ai exécuté. On a ainsi, pour chaque fourrage, trois éléments qui permettent de comparer leur valeur nourrissante, à savoir : la proportion de la substance azotée, celle de la matière non azotée, sucre, gomme, amidon, pectine; enfin, le contenu en principe inerte. »

On a quelque peine, aujourd'hui que toutes les notions

---

[1] M. Boussingault emploie souvent cette expression pour désigner les albuminoïdes qui présentent dans les deux règnes la même composition.

sur les matières alimentaires nous sont devenues familières, à comprendre le grand effort réalisé par nos devanciers pour arriver à voir clairement comment l'aliment est utilisé. M. Boussingault prend une méthode indirecte qui doit le conduire à une conclusion précise. Un animal est rationné de façon que son poids, à certaines heures du jour, reste sensiblement constant; on pèse ses aliments et l'on en fait l'analyse élémentaire; on pèse ses excrétions qui sont également analysées; on reconnaît que le poids des excréments, après dessiccation, est très inférieur à celui des aliments; la perte porte surtout sur le carbone et l'hydrogène brûlés pendant la respiration et disparus à l'état d'acide carbonique et d'eau; les éléments nécessaires à cette combustion se trouvent dans les matières carbonées, auxquelles convient, par suite, le nom d'*aliments respiratoires;* quant à l'azote, il est aussi en moindre abondance dans les excrétions que dans les aliments, une partie se dissipe à l'état gazeux; l'analyse élémentaire confirme ainsi les résultats déjà obtenus par Dulong, et qu'ont retrouvés également MM. Regnault et Reiset dans leurs mémorables recherches sur la respiration.

Les animaux, émettant à l'état gazeux une partie de l'azote combiné contenu dans leurs rations, ne sont donc pas des producteurs d'engrais, mais bien plutôt des destructeurs d'engrais; la transformation qu'ils font subir aux matières végétales rendues est cependant favorable à la culture, car les produits rejetés sont susceptibles de prendre rapidement la forme sous laquelle ils peuvent rentrer dans l'alimentation végétale.

La distinction entre les aliments respiratoires et les aliments plastiques date ainsi de 1841; elle a été l'origine de toute cette série de recherches du plus haut intérêt, dans lesquelles ont été tracées les règles qui servent à formuler les rations alimentaires.

Ce n'est pas seulement, au reste, sur une vache laitière,

dont le poids reste constant, ou sur un cheval à la ration d'entretien, qu'opère M. Boussingault pour démontrer que *les animaux herbivores n'empruntent pas d'azote à l'atmosphère,* ce qui était encore discuté à cette époque; il veut, en outre, savoir d'où provient la graisse qui apparaît dans les animaux soumis à l'engraissement.

Ses recherches, effectuées sur des porcs, des oies, des canards, sont très complètes, puisqu'elles comportent non seulement l'analyse des aliments et des excréments, mais encore celle des animaux abattus; elles conduisirent à ce résultat fort intéressant que la matière grasse acquise par les animaux ne provient pas seulement des huiles ou des graisses contenues dans la ration, mais aussi de la transformation des autres principes qu'elle renferme.

Dans toute cette série de travaux sur les animaux exécutée au début et dans les années les plus actives de sa vie laborieuse, la rigueur de sa méthode apparaît clairement : l'analyse élémentaire, puis plus tard, à mesure que ses procédés deviennent plus exacts, l'analyse immédiate servent de guide; mais ce n'est pas de leurs seules indications que seront tirées les conclusions, ce sera de l'étude directe de l'animal mis en expérience; enfin ces conclusions, auxquelles Boussingault n'arrive que lentement, ne sont pas déduites d'une seule expérience, mais toujours d'une série : « Il faut savoir se critiquer soi-même, disait-il souvent; c'est seulement quand on a épuisé toutes les objections, qu'on en a pesé la valeur, qu'il faut conclure. »

Ayant un profond amour de l'exactitude, peu de goût pour les généralités brillantes, avançant lentement, mais d'une façon continue, il a laissé une œuvre d'une rare solidité, à laquelle sans doute il reste beaucoup à ajouter, car la Science ne s'arrête pas, mais qui forme une large assise, capable de soutenir tout l'édifice, sans que jamais on soit obligé de reprendre les fondations.

C'est bien plutôt la vue nette et précise du but à atteindre, l'abondance des faits observés, la netteté de la démonstration, que l'ingéniosité des méthodes qui caractérisent ces grands travaux; Boussingault ne se laisse aller que rarement à quelques-uns de ces rapprochements hardis et spécieux qui plaisent tant aux contemporains et qui tombent si vite dans l'oubli; à la fin de sa vie, il était complètement guéri de ces pointes en avant; le scepticisme, même un peu dur, pour les travaux d'autrui, lui était devenu habituel.

Les remarquables progrès accomplis dans l'art de composer les rations, le mode d'investigation qui permet de fixer la digestibilité des différents principes qui les composent ont donc leur origine dans les recherches de M. Boussingault.

C'est lui encore qui, nous l'avons vu, démontre que les animaux n'utilisent en rien l'azote de l'air, mais au contraire, en brûlant dans leurs organes les matières azotées alimentaires, éliminent à l'état gazeux une partie de l'azote qu'elles renferment; s'il reconnaît ainsi que les animaux sont des destructeurs d'engrais, qu'ils sont incapables de créer de la matière organique, comme le font les végétaux, il démontre au contraire qu'ils peuvent la transformer et constituer de la matière grasse avec les hydrates de carbone ou les principes quaternaires qu'ils assimilent. Ses recherches ne sont pas restreintes aux problèmes d'ordre agricole, mais ont contribué à élucider quelques-unes des plus hautes questions de la Physiologie générale.

Si importante que soit cette partie de son œuvre, si fécondes qu'aient été ses recherches sur l'alimentation des animaux, elles ne l'ont pas retenu aussi longtemps que cette grande question, l'origine de l'azote des végétaux, que, malgré tous ses efforts, il devait laisser inachevée.

Gay-Lussac avait déjà reconnu depuis longtemps que les graines renferment des matières azotées, quand les

analyses de Boussingault démontrèrent que ces mêmes principes quaternaires existent, non seulement dans les graines, mais encore, bien qu'en moindre quantité, dans tous les organes des végétaux. Quelle est l'origine de ces matières azotées? sous quelle forme l'azote pénètre-t-il dans la plante? quel est le mécanisme de son assimilation? Telle est la question qu'il veut résoudre; les circonstances dans lesquelles elle se posa devant lui sont nettement indiquées dans le passage suivant : « Sur une grande étendue de la côte du Pérou, le sol, qui est d'une grande stérilité, est rendu fertile par l'application du guano; la terre, composée d'un sable quartzeux mêlé d'argile, produit alors des récoltes abondantes. L'engrais qui opère un changement aussi prompt et aussi favorable, est formé presque exclusivement de sels ammoniacaux. C'est en présence de ce fait qu'en 1822, époque à laquelle je me trouvais sur les côtes de la mer du Sud, j'adoptai l'opinion que je professe aujourd'hui sur l'utile intervention des sels à base d'ammoniaque dans les phénomènes de la végétation. J'ai formulé mes idées à ce sujet dans un Mémoire publié en 1837. »

M. Boussingault rappelle, au reste, que H. Davy avait reconnu l'influence heureuse qu'exercent les vapeurs ammoniacales s'échappant d'une cornue renfermant des quantités considérables de fumier, dirigées sous les racines d'un gazon, et l'efficacité du sulfate d'ammoniaque sur le rendement des prairies, constatée par un habile manufacturier d'Alsace, M. Schattenmann. Si intéressantes que soient ces observations isolées, elles n'auraient sans doute exercé qu'une médiocre influence sur la pratique agricole, si lente à ébranler, si elles n'avaient été contrôlées, étendues, répétées par Boussingault ([1]).

Ainsi c'est dans l'ammoniaque, produit final de la

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXV, p. 301.

décomposition des matières azotées, que les végétaux vont prendre l'azote nécessaire à la formation des principes nutritifs par excellence qu'ils renferment; c'est l'ammoniaque qui forme le chaînon par lequel sont attachés les deux règnes; ce produit ultime de la décomposition de la matière animale devient la matière première des substances quaternaires élaborées par les végétaux (1).

Rien ne démontre toutefois que l'ammoniaque du sol soit la seule origine des matières azotées de la plante, et si ses organes aériens glanent dans l'air les dix millièmes d'acide carbonique qu'il renferme et l'utilisent à former leurs principes ternaires : cellulose, ligneux, amidon, sucres, graisses, ces mêmes organes aériens, ces feuilles, ne peuvent-elles pas utiliser les masses d'azote dans lesquelles elles sont constamment plongées, à l'élaboration de leurs principes quaternaires? Les plantes assimilent-elles l'azote gazeux de l'atmosphère?

Aux expériences de laboratoire que tout le monde peut disposer et qu'il ne manque pas d'établir, M. Boussingault ajoute une magistrale enquête que lui seul peut entreprendre, car elle portera sur l'ensemble des opérations agricoles dont sa ferme de Bechelbronn va lui fournir les éléments.

Une ferme est une usine dans laquelle on fabrique de la matière organique : les matières premières sont puisées dans l'air, dans le sol, dans les engrais; les appareils sont les plantes et les animaux; les produits, les matières alimentaires ou textiles portées au marché; le cultivateur, au lieu d'utiliser des fours, des chaudières et des cornues, transforme la matière à l'aide des êtres vivants; mais il suffit que les opérations exécutées soient de l'ordre des

---

(1) Sous cette forme, cette opinion est peut-être trop absolue; beaucoup de physiologistes pensent aujourd'hui que c'est surtout après sa transformation en nitrates que l'azote de l'ammoniaque est utilisé.

réactions chimiques pour être susceptibles d'être représentées par une équation.

Depuis que Lavoisier, d'immortelle mémoire, nous a enseigné que la matière ne se crée pas plus qu'elle ne se détruit, la balance est devenue un critérium absolu qui contrôle les opérations de la culture aussi bien que celles du laboratoire.

Dans le premier terme de notre équation entreront les apports de l'air, du sol et des engrais; dans le second les produits récoltés; si ceux-ci sont analysés, si les engrais l'ont été également, il sera possible, par une simple soustraction, de saisir ce que les plantes auront pris à l'atmosphère et au sol, et notamment si leur azote a contribué à la nutrition azotée des végétaux.

Si le programme est facile à tracer, le labeur est énorme; d'autant plus qu'à cette époque le dosage ne s'exécute pas encore par cette méthode facile et élégante de la chaux sodée, qui, régularisée par M. Peligot, a eu sur les progrès de l'Agriculture une influence si marquée. Quelque lourde que soit la tâche, Boussingault n'hésite pas à l'entreprendre : le fumier répandu en tête de la rotation est pesé et analysé; on sait ce qu'il apporte au sol de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de matières minérales, et le poids de chacune d'elles est encore déterminé.

Puis, successivement, d'année en année, les récoltes sont pesées et analysées; on voit ce qu'elles renferment, et, après qu'on a pesé les betteraves ou les pommes de terre qui ont occupé le sol la première année, le froment qui y a été semé ensuite, le trèfle qui les suit, et enfin le froment et l'avoine qui, dans l'assolement quinquennal du nord de la France, succèdent au trèfle pendant la quatrième et la cinquième année, on peut établir la balance entre la matière introduite et la matière recueillie, entre l'azote distribué et l'azote retrouvé; et non seulement

M. Boussingault applique l'analyse aux plantes qui entrent dans l'assolement précédent, mais en outre aux topinambours, à la luzerne, aux pois, aux navets et au seigle, qui occupent le sol pendant quelques années ou n'apparaissent au contraire qu'en culture dérobée. Quand ce long travail est accompli, la balance cherchée peut être établie; elle conduit au résultat suivant : « On reconnaît, en examinant les Tableaux des divers assolements étudiés, que constamment l'azote des récoltes excède l'azote des engrais. J'admets d'une manière générale que cet azote en excès provient de l'atmosphère. Quant au mode particulier par lequel ce principe est assimilé aux plantes, je ne saurais le préciser. Je ne puis que reproduire ici les conclusions qui terminent un Mémoire que j'ai publié en 1837 (1) : « L'azote peut entrer directement dans l'organisme des plantes, si leurs parties vertes sont aptes à le fixer; cet élément peut encore être porté dans les végétaux par l'eau, toujours aérée, qui est aspirée par leurs racines. Enfin, il est possible, comme le pensent certains physiciens (2), qu'il existe dans l'air une infiniment petite quantité de vapeurs ammoniacales. »

Dans ces quelques lignes est inséré le programme des recherches qui vont être poursuivies pendant cinquante ans, non seulement par M. Boussingault, mais aussi par MM. Georges Ville, Lawes et Gilbert, Liebig, et plus récemment par MM. Schlœsing, Berthelot, Joulie et nombre d'autres chimistes français et étrangers.

Dans cette magistrale étude sur les assolements, M. Boussingault ne se borne pas à établir la balance entre la matière organique des récoltes et celle des engrais; son programme comprend encore l'étude des matières minérales, il brûle son fumier, analyse les cendres et calcule

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXIX, p. 366.
(2) De Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*.

les poids d'acide phosphorique, de potasse, de chaux, de magnésie, qui sont introduits dans le sol; d'autre part, il détermine la composition des cendres des plantes récoltées, et montre que « les quantités d'acide phosphorique, d'acide sulfurique, de chlore, de silice, de bases alcalines et terreuses, que l'analyse indique dans les produits récoltés, sont toujours inférieures aux quantités des mêmes corps introduites dans la terre arable ». Au premier abord, ce résultat paraît paradoxal. Il est manifeste, en effet, que la vente des produits d'une ferme entraîne le départ d'une certaine quantité de matières minérales; par suite les fumiers ne peuvent renfermer qu'une fraction de ce que le sol a fourni. Dans un domaine qui ne fait aucune acquisition directe d'engrais minéraux, comme celui de Bechelbronn, cet excès de matière minérale est fourni par les eaux d'irrigation déversées sur les prairies. En calculant ce qu'apporte au domaine le foin récolté, M. Boussingault arrivait à conclure qu'il faudrait, pour que la restitution de la matière minérale fût complète, pour que la terre reçût l'équivalent de ce qu'elle exporte sous forme de grains ou de bétail, que la prairie occupât environ le tiers du domaine.

Les considérations précédentes ont aujourd'hui perdu quelque peu de leur intérêt; depuis que nous savons quelle influence exercent sur les récoltes les matières minérales, depuis que les cultivateurs ont reconnu l'avantage qu'ils avaient à les acquérir, on s'est efforcé d'en découvrir des sources nouvelles; ces recherches ont été couronnées du plus brillant succès : l'acide phosphorique est infiniment plus répandu à la surface de la terre qu'on ne le supposait naguère, et les gisements de phosphates aujourd'hui connus suffiront pendant des siècles à assurer l'abondance des récoltes. Il en est de même de la potasse; non seulement les eaux de la mer en renferment des quantités inépuisables, mais en outre le gisement de sel gemme de Stass-

furt-Anhalt est en mesure d'assurer l'approvisionnement de toutes les terres, assez rares au reste, où cet élément fait défaut.

Il est à remarquer, en outre, que la terre cultivée est beaucoup plus riche en aliments minéraux qu'on ne le supposait jadis; les analyses de M. Schlœsing, celles de M. de Gasparin, ont montré qu'un grand nombre de sols renfermaient un ample approvisionnement de phosphates et de sels de potasse, et les nombreuses expériences de culture disposées à l'École de Grignon depuis une vingtaine d'années, les analyses de sols divers qui les ont suivies, ont fait voir que l'abondance des aliments minéraux contenus dans les terres cultivées rend souvent absolument inutile l'acquisition des phosphates ou des sels de potasse.

Pour l'azote, au contraire, la conclusion de M. Boussingault est formelle : l'azote des récoltes surpasse celui des engrais.

Pour trouver d'où provient le surcroît d'azote non fourni par les engrais, il faut maintenant revenir au laboratoire, et disposer des essais précis qui permettront de décider si c'est bien l'azote libre de l'atmosphère qui intervient directement; c'est encore par l'analyse élémentaire que la question est abordée. Pour préparer l'expérience, un sol est stérilisé par l'action du feu ; on y sème des graines dont le poids et la composition, déduite de l'analyse de graines semblables, sont rigoureusement déterminés, on arrose avec de l'eau exempte d'ammoniaque ; on élève ainsi une petite plante qui ne pourra trouver que dans sa graine et dans l'atmosphère les éléments de ses organes ; après qu'elle a parcouru les différentes phases de sa vie, cette petite plante est séchée, pesée, analysée, et cette analyse, comparée à celle de la graine, indique si l'azote final est supérieur à celui que renfermait la graine, si par suite l'azote de l'air a été utilisé.

Les premières recherches, datant de 1838, montrèrent un faible gain d'azote dans la végétation des pois et du trèfle, tandis que dans celle du blé ou de l'avoine les changements furent peu sensibles. « Quant à l'origine de l'azote assimilé dans ces circonstances, l'analyse a été impuissante pour la signaler, car ce principe avait pu entrer directement dans l'organisme des plantes, ou bien, comme l'avait pensé Théodore de Saussure, il pouvait provenir des vapeurs ammoniacales dont l'atmosphère n'est jamais privée, quoiqu'elle n'en contienne qu'une proportion infiniment faible. Ainsi, en 1838, par suite des recherches que j'avais entreprises, la question se trouvait posée en ces termes : l'azote assimilé par une plante cultivée à l'air libre, dans un sol privé de matières organiques, provient-il du gaz azote ou de l'ammoniaque? J'ajouterai que, depuis, les expériences tentées pour la résoudre ont conduit à des résultats entièrement contradictoires. »

La question, comme le dit M. Boussingault, est donc nettement posée ; il entreprend en 1851 une nouvelle série d'essais : les graines sont encore semées dans un sol de brique calcinée, absolument exempt de matières organiques ; la terre ne pourra donc rien lui fournir, non plus que l'eau d'arrosage privée d'ammoniaque par la distillation. Pour subvenir à l'alimentation minérale de la jeune plante, on a ajouté au sol des cendres de fumier et des cendres provenant de graines semblables à celles qui sont semées ; il faut enfin se mettre à l'abri de l'ammoniaque atmosphérique : on recouvre les pots en expérience d'une grande cloche de verre, immergée dans de l'eau aiguisée d'acide sulfurique, de façon à isoler absolument l'atmosphère intérieure, renfermant une quantité d'acide carbonique suffisante pour assurer l'alimentation aérienne de la plante.

A force de soins, en préservant la plante chétive qui se développe dans ces conditions de l'ardeur du Soleil, on

réussit à obtenir une maigre récolte qu'on sèche, qu'on pèse, qu'on analyse; on soumet de même à l'analyse la plus grande partie du sable employé, et l'on reconnaît que la plante n'a fixé aucune trace d'azote atmosphérique; seize expériences ont été ainsi conduites, la plupart dans des sols stériles et sans addition d'engrais azoté, quelques-unes en soutenant la végétation par des graines tuées par l'ébullition et servant d'engrais; dans aucune on n'a constaté de gain d'azote surpassant les erreurs qu'on peut commettre dans des dosages aussi répétés (1).

Les plantes obtenues dans ces conditions sont très faibles, elles ne forment un organe nouveau qu'en empruntant aux anciens qui se flétrissent les matériaux qui leur ont servi; ce sont, suivant la jolie expression de M. Boussingault, des plantes-limites. Dans l'espoir d'obtenir une végétation plus vigoureuse, on disposa la seconde série d'expériences dans une atmosphère renouvelée, en s'entourant de précautions minutieuses pour ne pas introduire accidentellement d'azote combiné. Deux expériences exécutées sur des lupins, quatre sur des haricots, une sur du cresson, dans une grande cage de verre parcourue par un courant d'air renfermant de l'acide carbonique, n'ont encore permis de constater aucune fixation d'azote atmosphérique (2).

Dans une troisième série d'essais, on préserva seulement les plantes de la pluie, en les plaçant sous une grande cloche de verre où l'air pouvait librement circuler; le gain d'azote fut dans ce cas sensible, mais encore très faible, et pouvait être, sans crainte d'erreur, attribué aux faibles quantités d'ammoniaque contenues dans l'air.

Dans toutes ces expériences, au reste, les plantes obtenues furent très petites, et d'autant plus faibles que la

---

(1) *Agronomie,* t. I, p. 5; *voir* notamment le Tableau, p. 64.
(2) *Agronomie,* t. I, p. 114.

graine employée était elle-même de dimensions plus réduites, et par suite n'apportait à la jeune plante qu'une quantité d'azote combiné extrêmement faible.

« Cet arrêt de tout développement ultérieur dans l'organisme, après la germination, quand la graine, privée d'engrais, n'est formée que d'une quantité de matière pour ainsi dire impondérable, offre peut-être la preuve la plus frappante, par cela même qu'elle est le plus facile à acquérir, que l'azote qui est à l'état gazeux dans l'atmosphère n'est pas directement assimilé par les plantes. Au reste, pour établir que cette assimilation ne se réalise pas, il n'est aucunement nécessaire d'avoir recours à des appareils compliqués et dispendieux; il suffit de faire développer une graine dans quelques décilitres de sable préalablement calciné, après y avoir ajouté un peu de cendres exemptes de cyanure alcalin et de charbon azoté, le sol étant d'ailleurs entretenu constamment humide avec de l'eau distillée privée d'ammoniaque. Si la graine renferme assez de matière organique azotée, comme un lupin, une fève, un haricot, uue graine d'avoine, et si les circonstances atmosphériques sont favorables, la plante parcourra toutes les phases de son développement et accusera un gain de quelques milligrammes d'azote, dû très probablement à l'ammoniaque de l'air, aux corpuscules organiques; mais, en présence des résultats fournis par les vingt et une expériences que j'ai faites de 1851 à 1854 dans des appareils fermés, je ne pense pas qu'on puisse en voir l'origine dans l'assimilation directe de l'azote gazeux de l'atmosphère. »

Les conclusions négatives des essais que nous venons de décrire appelaient naturellement une autre recherche. Puisqu'il est démontré que l'azote libre n'est pas absorbé par les plantes, comment cet azote combiné est-il utilisé, sous quelle forme pénètre-t-il dans le végétal? Au moment où M. Boussingault entreprend ces recherches, bien que

nombre d'observateurs, et notamment le prince de Salm-Horstmar, aient reconnu l'efficacité des nitrates comme engrais azoté, on croit encore que les sels ammoniacaux sont seuls efficaces. Kuhlmann, qui n'ignore pas l'utilité des nitrates, professe qu'ils ne sont assimilés qu'après avoir été amenés à l'état d'ammoniaque.

Pour savoir s'il en est réellement ainsi, M. Boussingault ajoute du salpêtre à des semis effectués dans un sol artificiel formé de brique pilée et de sable calciné, ne renfermant par conséquent aucun des éléments nécessaires pour réduire l'acide azotique. Les hélianthes semés prospèrent, ils se développent vigoureusement : par leur taille, leur vigueur, ils surpassent de beaucoup ceux qui ont vécu dans le sable non additionné de nitrates; ceux-ci ont pénétré dans la plante, leur azote a servi à constituer les albuminoïdes, la potasse a été également utilisée, l'analyse la retrouve dans les cendres des plantes.

M. Boussingault reprend cette expérience, il la répète, il la varie et sait en tirer une démonstration admirable de l'efficacité des nitrates, en montrant que le poids de la matière végétale élaborée croît en raison de la quantité de salpêtre employée. Les deux Tableaux suivants ont été reproduits à bien des reprises différentes, ils ont été mis sous les yeux de milliers de lecteurs ; nous n'hésitons pas cependant à les transcrire de nouveau, tant il est intéressant de voir la matière végétale croître régulièrement en raison du poids de nitrate employé comme engrais [1].

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XLVI; le Volume contient en outre une note de Bineau sur l'*Assimilation de l'azote nitrique ou ammoniacale par les algues d'eau douce,* et un travail de mon collègue au Muséum, M. Georges Ville, dans lequel il constate l'assimilation des nitrates par les végétaux. Les Tableaux ci-joints sont extraits du Mémoire : *Sur l'influence de l'azote assimilable des engrais sur le développement des plantes,* qui a paru d'abord dans

	Matières introduites dans le sol.	Poids des plantes desséchées.	Poids des plantes en défalquant la semence.	Rapport du poids de la plante à la semence.
		gr	gr	gr
N° 1...	Sans nitrates.....	0,507	0,397	4,6
N° 2...	0gr,02 de nitrates....	0,880	0,720	7,6
N° 3...	0gr,04 de nitrates....	1,240	1,130	11,3
N° 4...	0gr,16 de nitrates....	3,390	3,280	30,8

Dans une autre expérience, M. Boussingault a fait intervenir dans la végétation des hélianthes, encore semés dans un sol stérile, non seulement un nitrate, mais, en outre, les matières minérales nécessaires au développement normal des végétaux ; l'influence exercée par le nitrate est d'une netteté remarquable : si l'on ne voit pas croître la récolte en raison du nitrate employé, comme dans l'expérience précédente, le poids de la matière organique formée augmente dans une si forte proportion, quand aux autres éléments fournis s'ajoute l'acide azotique, que l'efficacité de cette forme de matière azotée apparaît avec une évidence éclatante.

Matières introduites dans le sol.	Poids de la récolte sèche, la graine étant = 1.	Matière végétale élaborée.	Acide carbonique décomposé en 24 heures.	Acquis par les plantes en 86 jours de végétation : Carbone.	Azote.
	gr	gr	cc	gr	gr
A. Le sol n'ayant rien reçu.	3,6	0,285	1,45	0,114	0,0023
B. Le sol ayant reçu phosphates, cendres, azotate de potasse.....	198,3	21,111	182,00	8,446	0,1666
C. Le sol ayant reçu phosphates, cendres et bicarbonate de potasse.....	4,6	0,291	3,42	0,158	0,0027

Ces essais sont aujourd'hui classiques, ils sont ensei-

---

les *Comptes rendus*, tome XLIV, p. 960, et qui a été reproduit dans le tome I, p. 198, de l'*Agronomie*.

gnés dans tous les cours de Physiologie végétale et aussi connus à l'étranger qu'en France.

L'influence du salpêtre est donc démontrée; mais s'il est efficace, ce que l'expérience démontre absolument, est-il suffisant? En d'autres termes, un engrais azoté privé de matières minérales, est-il capable de soutenir la végétation, ou bien faut-il qu'il soit associé aux engrais minéraux pour produire un effet utile?

Th. de Saussure avait, dès 1804, écrit cette phrase mémorable : « J'ai trouvé le phosphate de chaux dans les cendres de toutes les plantes que j'ai analysées, et il n'y a aucune raison de supposer qu'elles peuvent exister sans lui. »

Cette opinion était admise sans doute. Liebig proclamait l'utilité des engrais minéraux ; une démonstration rigoureuse, saisissante, n'était cependant pas inutile.

M. Boussingault l'a fournie en utilisant sa méthode habituelle : des hélianthes, des pieds de chanvre sont élevés dans du sable calciné en présence de phosphates et de matières minérales sans engrais azoté, ou bien de carbonate d'ammoniaque seul, qui ne fournit que l'aliment azoté, ou encore de salpêtre qui donne à la fois l'azote et la potasse, mais sans acide phosphorique, et enfin de salpêtre et de phosphate de chaux; les différences sont excessives : quand le phosphate de chaux fait défaut, les plantes qui ont reçu l'aliment azoté pèsent $1^{gr},75$, avec du phosphate de chaux $21^{gr},22$; les premières ont décomposé chaque jour $11^{cc},10$ d'acide carbonique, les autres $182^{cc},10$. Aussi M. Boussingault peut-il conclure : « Ces nouvelles expériences établissent qu'une substance riche en azote assimilable ne fonctionne cependant comme engrais qu'avec le concours des phosphates, et que si, à la vérité, une plante, sous son influence, prend plus d'extension que lorsqu'elle croît sous l'action unique du phosphate, elle n'atteint jamais cependant un développement normal.... »

Qu'il me soit permis d'ajouter que cette notion des deux agents fertilisants dans un engrais, généralement admise aujourd'hui, a été introduite dans la Science, il y a plus de vingt ans, par M. Payen et par moi (1). Je n'aurais donc pas jugé nécessaire d'entreprendre de nouvelles recherches pour corroborer une opinion aussi complètement acceptée, si je n'avais eu particulièrement en vue d'apprécier, de mesurer en quelque sorte l'effet utile qu'exercent sur la végétation, l'un et l'autre des principes certainement les plus efficaces des fumiers : l'azote engagé dans des combinaisons ou nitrées ou ammoniacales, et l'acide phosphorique constituant des phosphates (2).

L'opinion que la valeur des engrais est liée à leur richesse en azote, établie par les analyses publiées en 1841 par Boussingault et Payen, et qu'il déclare universellement admise quand il imprime, en 1860, le premier Volume de l'*Agronomie*, avait suscité cependant d'importantes discussions.

Liebig, en effet, découvrit le fait très inattendu que les terres cultivées renferment une proportion considérable d'azote combiné; dans un grand nombre d'entre elles, cette proportion oscille entre 1^{gr} et 2^{gr} par kilogramme; or, si on admet que la terre d'un hectare pèse environ 3600 tonnes, on trouverait de 3600 à 7200^{kg} d'azote par hectare, quantités énormes et qui excèdent de beaucoup les poids d'azote introduits par les fumures; si l'on donne à une terre $50\,000^{kg}$ de fumier pour soutenir la végétation pendant un assolement de cinq ans, on y introduit environ 250^{kg} d'azote combiné, c'est-à-dire une proportion qui paraît insignifiante, si on la compare à celle que le sol renferme déjà.

---

(1) PAYEN et BOUSSINGAULT, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. III et IV.

(2) *Agronomie*, t. I, 1860.

Liebig concluait logiquement que ce n'est pas l'azote des engrais qui détermine leur valeur, mais bien les substances minérales et particulièrement la potasse et les phosphates quand, après un traitement qu'il avait indiqué, on sait leur donner la solubilité qui leur manque dans les produits naturels. Ainsi, dans l'opinion du chimiste allemand, les engrais valent, non pas comme l'avaient proclamé MM. Boussingault et Payen dans leurs premières recherches, par l'azote qu'ils renferment, mais seulement par les substances minérales qui y sont contenues; cette opinion, vigoureusement soutenue par l'école allemande, fut appelée la *théorie minérale de Liebig*.

La réfutation ne se fit pas attendre : MM. Lawes et Gilbert montrèrent l'efficacité des engrais azotés, dans cette longue série d'essais qui, commencée en 1844, se continue encore aujourd'hui.

M. Boussingault, de son côté, donna à son expérience une forme très simple, qui permettait de la répéter aisément :

« Il est manifeste, disait-il dans ses cours, que si M. Liebig a raison, nous sommes, nous autres cultivateurs, de bien grands maladroits : nous nous donnons beaucoup de peine pour conduire, pendant l'hiver, nos fumiers sur nos terres, nos attelages nous coûtent cher; si la matière minérale des engrais est seule utile, brûlons nos fumiers et, pour le transport, une brouette fera l'affaire.

» J'ai fumé 30^{mq} d'un terrain pauvre, argileux, avec du fumier de ferme, j'ai obtenu une récolte satisfaisante. Tout à côté, sur une surface égale, j'ai répandu les cendres, par conséquent les sels provenant d'une égale quantité de fumier, le sol n'a pas été amélioré d'une manière perceptible. »

Et il ajoute : « En admettant que les sels contenus dans les engrais sont les seuls agents véritablement utiles, on

est conduit à conseiller aux cultivateurs de brûler leurs fumiers, afin d'en obtenir les cendres... Je doute que le conseil soit jamais suivi. »

Il devenait manifeste que, s'il est utile d'ajouter à une terre riche en azote combiné une petite quantité d'un engrais azoté, c'est que l'azote du sol ne se trouve pas dans un état favorable à l'assimilation, tandis que celui des engrais est d'une transformation plus rapide; il fallait démontrer l'exactitude de cette opinion émise dès le premier Mémoire de Boussingault et Payen, inséré en 1841 aux *Annales de Chimie*, puisqu'on y lit : « La présence seule de l'azote dans une matière d'origine organique ne suffit pas pour la caractériser comme engrais; la houille, par exemple, renferme des quantités d'azote très appréciables, et cependant l'action améliorante de la houille sur le sol est absolument nulle comme engrais. »

M. Boussingault imagine alors des méthodes ingénieuses pour distinguer les diverses formes sous lesquelles se rencontre l'azote de la terre arable; en chauffant celle-ci avec de la magnésie à 100°, il en sépare l'*ammoniaque toute formée* et trouve des nombres très inférieurs à ceux que donne la calcination au rouge avec la chaux sodée. Il lave la terre, en extrait les nitrates, dont il apprécie la quantité en provoquant la décoloration d'une liqueur titrée d'indigo par la réaction qu'exerce l'acide azotique des nitrates cherchés sur un excès d'acide chlorhydrique [1]. Armé de ces nouveaux procédés, M. Boussin-

[1] L'essai par l'indigo, excellent pour déceler *qualitativement* la présence des nitrates, n'est plus aussi commode quand il s'agit d'en apprécier la quantité; en nous enseignant à doser les nitrates par le volume du bioxyde d'azote qu'ils produisent quand on les fait réagir sur du protochlorure de fer additionné d'acide chlorhydrique, M. Schlœsing a rendu à l'Agronomie un service signalé; cette réaction avait été signalée depuis longtemps, mais n'avait pas été utilisée au dosage des nitrates avant que M. Schlœsing eût indiqué son mode d'emploi; étudiée et légèrement modifiée dans ces derniers temps par M. Berthelot, elle est aujourd'hui employée dans tous les laboratoires.

gault montre que la quantité d'azote immédiatement assimilable d'une terre, représentée seulement par la somme de l'acide nitrique et de l'ammoniaque toute formée, est infiniment moindre que le poids d'azote total trouvé par la calcination avec la chaux sodée.

Il fait comprendre ainsi que les engrais apportant au sol de l'azote immédiatement utilisable exercent une action que ne peuvent avoir les composés organiques azotés, lentement transformables, que recèle la terre arable.

Toutefois, fidèle à sa méthode, M. Boussingault ne se contente pas de cette démonstration de laboratoire; il aime, suivant sa spirituelle expression, à contrôler l'opinion des savants par l'*opinion des plantes,* et il dispose une série d'expériences ingénieuses. Il choisit une terre de bonne qualité, celle du potager de Liebfrauenberg; elle renferme, dans 100^{gr}, $0^{gr},260$ d'azote combiné; il en mêle 130^{gr} à du sable et à des fragments de quartz, on y ajoute des cendres de foin ; il y a, dans ces 130^{gr} de terre, plus de $0^{gr},34$ d'azote combiné, c'est-à-dire plus qu'il n'est nécessaire au développement d'un lupin, qui est semé dans le mélange de sable et de terre; or il y végète comme dans un sol stérile. « Le poids de la matière organique développée pendant la culture indique d'ailleurs, comme l'analyse, que les principes fertilisants du sol sont à peine intervenus. En effet, la récolte n'a pesé que trois fois un tiers autant que la semence. C'est à peu près ce qui arrive quand un lupin a crû dans un terrain stérile, dans du sable, dans de la brique calcinée. »

L'expérience, répétée sur des haricots, sur du chanvre, conduisit aux mêmes résultats; l'azote contenu dans la terre n'exerça aucune action sur le développement des graines qu'on y avait semées. La démonstration était éclatante; il en résultait manifestement que, si la terre renferme une quantité considérable de combinaisons azotées, celles-ci ne sont utilisables qu'après une transformation

qui ne se produit que lentement, et que par suite il est avantageux de donner au sol des matières azotées immédiatement assimilables.

Il restait cependant un dernier point à éclaircir : si au lieu de mettre en expérience les haricots, les lupins ou le chanvre dans des pots à fleurs, on les sème en pleine terre, sans leur fournir aucun engrais, ils prospèrent; à quelles causes attribuer ces différences?

« Je n'hésite pas à voir la cause de cette différence d'action dans l'inégalité des volumes de terre dont les plantes disposaient dans l'un et l'autre cas. »

Et en effet, M. Boussingault calcule le poids de terre dans lequel végètent les plantes semées dans les conditions ordinaires, et il montre clairement, dans le Tableau suivant, qu'elles trouvent dans ce sol du Liebfrauenberg une quantité d'azote assimilable supérieure à leur besoin.

Plantes.	Poids de la terre.	Azote dans la terre.	Azote appartenant à l'acide nitrique et à l'ammoniaque contenus dans la terre végétale.
	kg	gr	gr
Haricot nain.....	29	16	1
Pommes de terre.....	86	245	3
Tabac.....	215	561	7
Houblon.....	1334	3482	44

« On comprend tout de suite qu'alors même que dans la culture normale, la terre ne contient qu'une proportion infime de principes azotés immédiatement assimilables, son poids est tel que la plante doit cependant y rencontrer les éléments dont elle a besoin.

» En 1859 (1), on répéta les expériences de 1858; elles conduisirent aux mêmes résultats. Dans le cours de ces

(1) *Agronomie*, t. I, p. 329.

recherches, il s'est manifesté un fait intéressant qui semblerait indiquer que, dans les limites où les expériences ont eu lieu, une plante se développe proportionnellement au poids de la terre végétale mise à sa disposition. C'est ainsi qu'en augmentant la profondeur de la terre arable par les labours exécutés à l'aide de charrues, défonçant et fumant convenablement, on accroît toujours les produits de la culture. »

Ces expériences signalèrent en outre un fait encore plus curieux : en exécutant le dosage de l'azote dans le sol après l'expérience, on trouva presque toujours que la teneur s'était élevée, que la terre avait fixé de l'azote; d'où venait-il? On constatait que la proportion d'acide nitrique s'était accrue, mais on ne pouvait pas affirmer que l'acide azotique s'était développé plutôt aux dépens de l'azote aérien qu'aux dépens de la matière azotée du sol; rien ne démontrait même que cet excès d'azote ne provînt pas des eaux météoriques; il suffisait que cette hypothèse fût plausible pour que leur analyse s'imposât.

M. Boussingault se met à l'œuvre et fait paraître successivement ses Mémoires sur le *Dosage de l'ammoniaque dans les eaux, Sur la quantité d'ammoniaque contenue dans la pluie, la neige, la rosée et le brouillard reçus au Liebfrauenberg;* après avoir cherché un mode de dosage de l'acide azotique en présence des matières organiques, il publie encore ses *Recherches sur la quantité d'acide nitrique contenue dans la pluie, le brouillard et la rosée;* tous ces Mémoires sont réunis dans le second Volume de l'*Agronomie*. M. Boussingault trouve, en effet, de l'ammoniaque dans les eaux de pluie, dans les brouillards; de l'acide azotique dans les eaux courantes des rivières et des fleuves; mais, quand il s'agit de décider si le gain d'azote qu'il a constaté doit leur être attribué, il ne se trouve pas suffisamment éclairé pour conclure et il dispose une expérience de longue durée. De la terre, analysée soigneuse-

ment, est enfermée dans de grandes bonbonnes; elle y reste onze ans : les appareils, fermés en 1860, furent ouverts en 1871 ; la terre dans laquelle la nitrification devait se produire se trouvait ainsi à l'abri des matières dont l'atmosphère libre est ordinairement le véhicule; si un gain d'azote était constaté, si la nitrification de la matière azotée du sol entraînait celle de l'air atmosphérique, on devait trouver dans la terre mise en expérience plus d'azote combiné qu'il n'en existait à l'origine; ce n'est pas ce qui découla de cette expérience; il en résulte, au contraire, « que dans la nitrification de la terre végétale accomplie dans une atmosphère confinée que l'on ne renouvelle pas, dans de l'air stagnant, l'azote gazeux ne paraît pas contribuer à la formation de l'acide nitrique; l'azote dosé en 1871, dans la terre salpêtrée, ne pesait pas plus, ne pesait même pas tout à fait autant qu'en 1860. Dans la condition où on l'a observée, la nitrification aurait eu lieu aux dépens des substances organiques, de l'humus, que l'on rencontre dans toutes les terres fertiles (1). »

Le dernier Mémoire que M. Boussingault ait publié sur les transformations des matières azotées de la terre arable est sans aucun doute le plus important. Inséré dans les *Annales de Chimie* (2) en 1876, il est intitulé *Sur l'influence de la terre végétale sur la nitrification des matières azotées employées comme engrais*. M. Boussingault y démontre qu'il ne suffit pas, pour voir l'acide azotique se former aux dépens d'une matière organique azotée, de la mélanger à un corps poreux, tel que le sable ou la craie; dans ces conditions, la nitrification est toujours peu active, elle se produit au contraire beaucoup plus énergiquement quand ces mêmes matières sont mélangées à la

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 186; 1873.

(2) *Ibid.*, 5e série, t. VIII, p. 5. — *Agronomie*, t. VI, p. 191.

terre. Dans ce travail, M. Boussingault montre qu'une terre surchargée d'humidité perd des nitrates qui ne se retrouvent pas à l'état d'ammoniaque ; il fait voir que la nitrification spontanée de la terre végétale doit d'ailleurs avoir une limite, par la raison que les principes azotés qui s'y rencontrent ne sont pas tous nitrifiables, mais que l'addition d'une matière organique azotée, du sang par exemple, augmente beaucoup la quantité d'acide azotique formée. « C'est donc bien à l'influence de la terre qu'est due l'oxydation de cet azote, puisque, mis dans le sable ou dans la craie, le sang, ainsi que les autres substances azotées, n'a fourni que des traces de nitrates. »

Pourquoi la terre agit-elle autrement que le sable ou la craie? M. Boussingault ne le dit pas; il avait bien réfléchi, cependant, à cette question, depuis que M. Pasteur, présentant à l'Académie, en 1862, son admirable travail : *Sur le rôle des mycodermes dans la fermentation acétique,* avait écrit : « Si les mycodermes avaient seulement la propriété d'être des agents de combustion pour l'alcool et l'acide acétique ([1]), leur rôle serait déjà bien digne de fixer l'attention. Mais j'ai reconnu que cette propriété avait une généralité d'action qui ouvre un champ nouveau d'études à la Physiologie et à la Chimie organique. En effet, les mycodermes peuvent porter l'action comburante de l'oxygène de l'air sur une foule de matières organiques, les sucres ou les matières albuminoïdes. » Et M. Pasteur ajoute en note : « Il me paraît nécessaire de reprendre, au point de vue de ces nouvelles idées, tout ce qui concerne la nitrification. » On sait avec quel éclat, quinze ans plus tard, en 1877, MM. Schlœsing et Müntz ont démontré l'exactitude des vues de M. Pasteur. Certainement M. Boussingault avait songé à cette interprétation de ses expériences sur la nitrification ; je

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 265.

l'ai entendu plusieurs fois discuter sur ce qu'il appelait familièrement les *champignons de Pasteur*, mais n'ayant, dans le Mémoire que nous venons d'analyser, aucun argument décisif à fournir dans un sens ou dans l'autre, il se renferme strictement dans l'exposé des faits.

Pendant la longue discussion qu'il avait soutenue pour reconnaître si les feuilles sont capables de s'assimiler l'azote libre de l'atmosphère, M. Boussingault avait dû rechercher si cette union supposée ne se produisait pas au moment même où l'oxygène s'échappe des feuilles insolées.

Les expériences exécutées déjà sur ce sujet n'étaient pas favorables à l'idée d'une assimilation d'azote, car elles accusaient au contraire un dégagement de ce gaz.

Théodore de Saussure avait reconnu que des feuilles maintenues au soleil dans une atmosphère limitée, chargée d'acide carbonique, ne remplaçait pas le volume d'acide carbonique disparu par un égal volume d'oxygène, mais bien par un mélange d'oxygène et d'azote.

Rappelant ces résultats, M. Boussingault fait remarquer que Théodore de Saussure n'a pas été frappé de cette apparition de gaz azote; il s'est borné à faire remarquer que le volume de ce gaz approche de celui de l'oxygène fixé; il en a considéré la production comme liée à la décomposition de l'acide carbonique, et il a admis comme démontré que « les feuilles, en exhalant du gaz oxygène, laissent toujours dégager du gaz azote presque en proportion du gaz acide qu'elles décomposent ».

Lorsque Théodore de Saussure exécutait ses recherches, la constitution intime des végétaux était si imparfaitement connue qu'il n'y a pas lieu de s'étonner que l'habile observateur attribuât cet azote à la substance même de la plante; mais cette proportion excède très souvent celle que renferme la plante entière mise en expérience.

Cette apparition d'azote est parfaitement réelle; elle fut encore signalée par Cloëz et Gratiolet, quand, en 1849, ils donnèrent à la mémorable expérience de Priestley la forme très élégante sous laquelle elle est toujours présentée aujourd'hui dans les cours de Physiologie végétale. En immergeant dans un grand flacon renfermant de l'eau légèrement chargée d'acide carbonique des plantes aquatiques, on les voit au soleil se couvrir de petites bulles gazeuses qui bientôt se dégagent et peuvent être recueillies; le gaz est habituellement assez chargé d'oxygène pour rallumer les allumettes.

Quand on procède à l'analyse du gaz émis, on le trouve toujours souillé d'azote, la proportion de celui-ci allant cependant en diminuant à mesure que l'expérience se prolonge. La question était donc à reprendre; elle l'a été dans les *Expériences entreprises pour rechercher s'il y a émission de gaz azote pendant la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles. Rapport existant entre le volume d'acide décomposé et celui de l'oxygène mis en liberté* (1).

M. Boussingault utilise la disposition imaginée par Cloëz et Gratiolet, il immerge dans l'eau chargée d'acide carbonique les feuilles en expérience et cherche d'abord à priver l'eau de l'azote dissous qu'elle renferme; il n'y réussit pas et reconnaît bientôt « qu'il fallait avoir recours à une méthode diamétralement opposée à celle que l'on avait suivie, et que moi-même j'avais d'abord adoptée. Je pensai que l'on obtiendrait des résultats beaucoup plus certains en n'éliminant rien, mais en dosant tout, aussi bien les gaz appartenant au végétal que les gaz dissous dans l'eau ».

En soumettant à l'ébullition, dans un appareil purgé d'air, l'eau légèrement chargée d'acide carbonique dans

---

(1) *Agronomie*, t. III, p. 266.

laquelle les feuilles sont immergées, puis l'eau et les feuilles, et enfin, dans un troisième essai, l'eau et les feuilles après qu'elles ont été exposées aux radiations solaires, on détermine successivement les quantités d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote contenues dans un poids d'eau déterminé, puis d'eau et de feuilles.

Les chiffres fournis enfin par la dernière expérience donnent la composition de l'atmosphère de l'air et des feuilles après l'insolation, et l'on conçoit que, en établissant la comparaison entre cette atmosphère finale et l'atmosphère primitive connue par les deux premières expériences, on puisse savoir dans quels rapports se trouvent l'oxygène dégagé et l'acide carbonique disparu, et reconnaître quelles modifications subit le volume de l'azote. Ce mode de recherches fut mis en pratique avec des soins minutieux pendant les étés de 1859, 1860, 1861; on trouva que le volume d'azote n'avait pas changé, qu'il n'y a ni assimilation ni émission de ce gaz; quant aux volumes d'acide carbonique décomposé et d'oxygène émis, on arrive aux résultats suivants :

« Si l'on considère l'ensemble de ces résultats comme ayant été fournis par une observation unique, on trouve qu'il a disparu $1339^{cc},38$ de gaz acide carbonique et qu'il est apparu $1322^{cc},61$ de gaz oxygène, mélangés à $16^{cc},20$ de gaz azote; que, par conséquent, 100^{vol} de gaz acide carbonique ont fourni $98^{vol},75$ de gaz oxygène. »

Si l'on réfléchit à la facilité avec laquelle les plantes s'emparent de l'oxygène, on conçoit que le faible déficit constaté dans l'oxygène doit être attribué à une légère absorption de ce gaz, et l'on arrive à cette conviction : les feuilles insolées dégagent de l'acide carbonique un volume d'oxygène égal à celui qu'elles renferment.

C'est là un résultat capital, qui est devenu le point de départ de toutes les hypothèses formulées aujourd'hui sur la formation de la matière organique dans les végétaux;

répétant plus tard, dans son Mémoire sur les *Fonctions des feuilles* (1), l'ancienne expérience de Th. de Saussure (2), M. Boussingault reconnaît comme lui que les feuilles insolées ne décomposent pas l'oxyde de carbone, et il ajoute : « L'inertie du gaz oxyde de carbone à l'égard des parties vertes des plantes corrobore cette opinion que les feuilles décomposent simultanément de l'eau et de l'acide carbonique, qu'elles transforment en oxyde de carbone et en hydrogène

$$CO^2HO = COH + O^2,$$

CO,H exprimant le rapport suivant lequel le carbone est uni aux éléments de l'eau dans la cellulose, l'amidon, le sucre, en un mot dans les principes élaborés par les feuilles. La décomposition de l'eau par les parties vertes des végétaux n'est pas, d'ailleurs, une hypothèse; je crois en avoir établi la réalité en appliquant l'analyse à des plantes venues dans un sol absolument stérile, sous l'unique influence de l'acide carbonique et de l'eau. »

De ces expériences découle la belle hypothèse que le premier produit qui prend naissance dans la cellule à chlorophylle éclairée est l'aldéhyde méthylique $C^2H^2O^2$; on ne trouve pas dans les feuilles cet aldéhyde, mais on y rencontre fréquemment l'acide formique et presque toujours l'alcool méthylique, ainsi que l'a reconnu récemment M. Maquenne (3). M. Berthelot a enseigné depuis longtemps que les corps modifiables par addition sont susceptibles de polymérie, de telle sorte que, bien qu'on n'ait pas encore réalisé la synthèse des hydrates de carbone aussi compliqués que les sucres, on peut admettre

(1) *Agronomie*, t. IV, p. 267.
(2) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 208.
(3) *Annales agronomiques*, t. XII.

provisoirement que ces hydrates de carbone dérivent d'une condensation de l'aldéhyde méthylique [1].

Si l'on réfléchit au nombre des matières organiques qui paraissent dériver des hydrates de carbone, on reconnaîtra que les expériences de M. Boussingault, en nous montrant que le volume d'oxygène dégagé par les feuilles est égal à celui que renfermait l'acide carbonique, en nous montrant en outre, que l'oxyde de carbone n'est pas décomposé, et que par suite l'oxygène dégagé provient à la fois de l'acide carbonique et de l'eau, rendent vraisemblable l'hypothèse de l'union des deux résidus oxyde de carbone et hydrogène, d'où dériveraient les matières organiques.

Je ne serais pas étonné que, de toutes les œuvres de M. Boussingault, celle-ci fût la plus durable; à coup sûr, les services qu'il a rendus à la Science agricole en démontrant l'intervention de l'azote combiné dans la nutrition animale ou végétale sont immenses; l'appréciation de la valeur des rations, de celle des engrais, repose sur les principes qu'il a posés; mais quelque admiration qu'on ait pour cette partie de son œuvre, quelque grande qu'ait été son utilité pratique, M. Boussingault l'a laissée inachevée: il n'a jamais indiqué comment l'azote atmosphérique est entraîné dans le mouvement de la vie.

La démonstration nette, claire, de l'égalité de l'oxygène dégagé par les feuilles et de l'acide carbonique décomposé, pose la base solide sur laquelle s'élèvera un jour la connaissance complète du mode de formation de la matière organique; c'est dans la cellule à chlorophylle que les radiations solaires accomplissent ce grand travail réducteur

---

[1] Au moment où j'ai écrit cette Notice, en 1887, cette synthèse n'était pas faite; depuis cette époque, elle a été réalisée par M. Lœw, qui a produit le formose, dont plus récemment M. Fischer a su extraire la lévulose, la dextrose et même, par hydrogénation, la mannite. (*Annales agronomiques*, t. XVI, p. 220.) P. P. D.

qui produit la matière combustible nécessaire à la vie de tous les animaux, et la part qu'a prise M. Boussingault à l'étude de ce phénomène primordial ne sera jamais oubliée.

Nous n'avons voulu rappeler dans cet écrit que les travaux de M. Boussingault qui ont trait à l'Agronomie et à la Physiologie ; nous avons même dû laisser de côté bien des Mémoires intéressants, notamment celui où il traite du *chaulage des terres arables* (1) et ceux qui renferment surtout des observations recueillies en Amérique ; tels sont : *Température et Végétation* (2), l'étude sur les *gisements du guano dans les îlots et sur les côtes de l'océan Pacifique* (3), sur la *Nitrière de Tacunga* (4), sur la *Composition du pulque, boisson fermentée préparée avec la sève du Maguey (Agave americana)* (5). Aucun de ces écrits n'est indifférent, à chaque page on trouve à s'instruire. M. Boussingault avait beaucoup vu, beaucoup réfléchi ; il excellait, dans ses leçons, à réveiller l'attention par une anecdote, par une observation personnelle qui restait dans la mémoire ; ces qualités se retrouvent dans ses livres, aussi bien dans les Mémoires dont nous venons de rappeler les titres, que dans son *Économie rurale,* dont la première édition marque l'origine de la Chimie agricole comme science constituée.

Il nous a fallu en outre passer complètement sous silence ses recherches de Chimie pure : sur l'extraction de l'oxygène de l'air au moyen de la baryte, sur l'acier, et même le grand travail dans lequel, avec M. Dumas, il a fixé les proportions dans lesquelles l'oxygène et l'azote

---

(1) *Agronomie,* t. III, p. 140.
(2) *Ibid.,* t. III, p. 1.
(3) *Ibid.,* t. III, p. 94.
(4) *Ibid.,* t. IV, p. 1.
(5) *Ibid.,* t. IV, p. 19.

sont mélangés dans notre atmosphère. Aucune recherche, cependant, n'est poussée si loin qu'elle ne puisse être reprise, et M. Reiset a montré récemment que ses illustres devanciers avaient évalué trop haut la quantité d'acide carbonique de l'air, importante découverte, complètement confirmée par le long travail auquel se sont livrés MM. Müntz et Aubin sur l'air recueilli dans des stations variées.

La grandeur d'un homme de science se mesure non seulement à ses propres découvertes, mais encore à la fécondité des idées qu'il a émises, des méthodes qu'il a préconisées. L'influence de M. Boussingault a été immense : en appliquant d'abord les procédés de l'analyse élémentaire à l'étude des fourrages, puis en comparant leur composition à celle des produits rejetés, il a pu, pour la première fois, établir sur des bases précises les phénomènes de nutrition; en analysant de même les engrais introduits dans le sol et les végétaux recueillis, il a encore posé l'équation que nous nous efforçons toujours de résoudre entre l'azote introduit et l'azote recueilli ; enfin il a donné le rapport exact de l'acide carbonique décomposé par les feuilles insolées à l'oxygène émis.

Sans doute M. Boussingault n'avait pas les grandes qualités qui ont fait de Wurtz et de Deville, pour ne parler que des morts, des chefs d'école incomparables, et si quelques hommes de Science, d'une rare distinction, sont sortis de son laboratoire, ils se sont formés plutôt à côté de lui qu'avec ses conseils et son appui; mais il avait une telle autorité, ses exemples étaient si puissants, qu'on était fatalement conduit à s'engager dans les voies qu'il avait ouvertes, pour y marcher derrière lui. Tous ceux qui ont suivi ses cours ou médité ses Ouvrages sont devenus ses élèves.

« La Chimie, disait Gerhardt, est la Science des méta-

morphoses de la matière »; l'Agriculture, qui transforme la matière minérale en matière organique, est une Science chimique; y avoir introduit les méthodes sûres et puissantes de l'analyse est l'œuvre de Boussingault : elle suffit à sa gloire.

AGRONOMIE,

CHIMIE AGRICOLE

ET

PHYSIOLOGIE.

SUR

LA TEMPÉRATURE DE LA GRÊLE.

Dans une discussion qui eut lieu à l'Académie, je fus amené à demander si l'on possédait quelques renseignements sur la température de la grêle prise immédiatement après sa chute ; j'ajoutais que j'avais eu l'occasion de la mesurer pendant un orage survenu en 1875, à Unieux, département de la Loire.

En moins de vingt minutes les plantes herbacées furent détruites, les jeunes arbres dépouillés de leurs feuilles ; dans le jardin une table de tôle fut promptement recouverte de plusieurs kilogrammes de grêlons, qui marquaient au thermomètre — 10°,3. L'air sous un hangar était à + 26°.

Quelques jours après la discussion que je rappelle, M. Cailletet m'informa que, dans sa propriété, il était tombé des grêlons d'un volume remarquable. Sur l'un d'eux, pesant 9^{gr}, on trouva par la méthode des mélanges la température de — 9°.

En 1877, au Liebfrauenberg, dans les Vosges, la grêle couvrit le sol sur une épaisseur de 0^{m},06 à 0^{m},08 ; le ther-

momètre y indiquait sur un point — 2°, sur un autre — 4°. L'air était à + 27°.

Dans les Andes, il grêle fréquemment, parfois pendant un temps calme, mais plus généralement dans une atmosphère fortement agitée. J'en citerai un exemple observé dans une des localités les plus élevées du globe sous l'équateur, là où le mercure du baromètre se tient à $0^m,38$.

C'était par une belle journée; nous nous trouvions au-dessus des nuages accumulés et comme adhérant à la montagne. Pour descendre de cette station nous entrâmes nécessairement par la partie supérieure du brouillard. Bientôt il y eut une grêle très menue qui grossissait à mesure que nous nous abaissions : à ce point, que les grêlons acquirent la dimension d'une balle de fusil; mais ils tombaient dans toutes les directions avec si peu de force que nous les sentions à peine.

A l'altitude de 4300^m, la masse de vapeur devint si épaisse que j'eus bien de la peine à lire la division du baromètre. La grêle redoubla alors de force et de vitesse, et nous éprouvâmes au visage et aux mains une douleur qui persista tant que nous restâmes dans les nuages : quand nous en sortîmes, nous étions à l'altitude 3900^m.

Entre les tropiques, la grêle tombe souvent sur les montagnes, très rarement dans les stations inférieures. En août 1830, il grêla dans la ville de Mexico à l'altitude de 2900^m, et en telle abondance que, dans les rues, les chevaux en avaient jusqu'à mi-jambe.

Humboldt, déjà, avait trouvé dans les Cordillères des points où il grêle fréquemment. La description qu'il a publiée à ce sujet est d'un haut intérêt :

Pour descendre de Loxa dans la chaude vallée des Amazones, en suivant la direction sud-sud-est, il faut franchir les paramos de Chulucanas, de Guamani et de Yamoca. Ces déserts de montagnes de la chaîne méridionale des Andes portent le nom de Puna, mot emprunté à la langue quechhna. Ces paramos dé-

passent la hauteur de 3000^{m}; ces régions sont orageuses, voilées souvent des jours entiers par des nuages épais ou ravagées par d'effroyables averses de grêle, dans lesquelles les grains, diversement conformés et le plus souvent aplatis par la rotation, sont entremêlés de lames minces nommées par les Indiens *papa-cara*, qui blessent le visage et les mains.

Le thermomètre placé au milieu de ces grêlons baissait à 5° ou 7° au-dessous de zéro; la tension électrique de l'atmosphère, mesurée par l'électromètre de Volta, passait en quelques minutes du positif au négatif. Humboldt dit qu'au-dessous de 5° la neige tombe en gros flocons clairsemés.

L'absence des arbres, l'aspect d'arbustes myrtacés à petites feuilles, l'abondance et le développement des fleurs, l'éternelle fraîcheur qu'entretient dans tous les organes l'humidité de l'atmosphère donnent une physionomie singulière à la végétation des paramos. Aucune zone alpine, dans les régions tempérées ou glaciales, ne peut être comparée avec celle des paramos dans la partie tropicale de la chaîne des Andes.

Le grésil, assure-t-on, serait l'origine de la grêle; ses grains sont presque sphériques, de 0^{m},002 ou 0^{m},003 de diamètre. Les grêlons atteignent quelquefois une grosseur surprenante; on en cite d'un poids de 500^{gr} et plus, mais on en a souvent exagéré la dimension. Les relations sur ce point sont incomplètes; aussi accueillis-je avec empressement l'extrait du registre de la paroisse protestante de Preusdorf que me remit le pasteur Rolle; je crois devoir le reproduire ici :

Aujourd'hui, ce 2 juillet 1832, jour de la fête de la Visitation de la Vierge, je soussigné pasteur, après avoir célébré, comme de coutume, le jour de prière et de pénitence, à cause de l'orage mêlé de grêle, ai rassemblé après le service trois des plus anciens bourgeois de la paroisse, afin d'avoir des renseignements plus précis sur ledit orage.

Je transcris ici ce qu'on m'a communiqué, parce qu'il n'y a plus que peu de personnes se rappelant ce jour.

En conséquence, Jacques Pcheckel, Georges Jacob et Frédéric Jacobs, âgés de 75 à 78 ans, ont déclaré que l'orage a eu lieu le samedi 2 juillet 1768, l'après-midi entre 2^h et 3^h. L'orage est venu du côté de Morsbronn pendant une journée très chaude. On a vu d'abord un petit nuage blanc jaunâtre, suivi de nuages noirs et épais. Les grêlons avaient pour la plupart la grosseur d'œufs de poule, d'autres avaient la grosseur d'une noix; le vent était fort : des lièvres, des oies furent tués.

L'orage dura une demi-heure. Comme il n'avait ravagé que Morsbronn et quelques communes voisines, il n'y eut pas de disette dans la contrée.

La grêle est rare dans les régions chaudes, c'est-à-dire peu élevées dans la zone torride : c'est en quelque sorte un événement. J'en ai reçu près de Carthagène et dans la ville de Cartago.

Sous l'équateur tous les météores aqueux se manifestent, et je crois intéressant de faire connaître le nombre de leurs apparitions et leur nature telles qu'on les a enregistrées pendant une année dans la métairie d'Antisana, sous les lignes équinoxiales, à une hauteur au-dessus de l'Océan peu différente de celle du mont Blanc, la température constante étant de $+5^o$.

L'habitation de l'Antisana a une altitude de..	4072^m
Le pic neigeux de la montagne.....	5878^m

En 375 jours on a noté :

	Jours.
Des brouillards.....	130
De la pluie.....	122
De la neige.....	36
De la grêle.....	12
Du tonnerre.....	17
Ciel nuageux.....	24
Ciel découvert.....	34

RAPPORT

SUR LA

FALSIFICATION DES MARCS DE RAISIN SEC;

PAR M. JOSEPH BOUSSINGAULT.

Monsieur le Ministre,

J'ai eu l'honneur de vous informer que j'exécutais des recherches pour constater la falsification des raisins secs.

En effet, dans le Palatinat, j'ai eu connaissance de ce genre de falsifications, qui consiste à émettre dans le commerce des marcs de raisin sec, retirés du pressoir, auxquels on mélange de la glucose de fécule pour remplacer le sucre réducteur enlevé pendant la fermentation.

J'ai donc dû rechercher comment cette fraude était praticable, en examinant la nature d'un marc provenant d'une fermentation de raisin sec de Corinthe, dont je reproduis la composition :

Composition du raisin de Corinthe n° 2.

Sucre réducteur.....	64,36	Mat. sol. (A): 71,16
Crème de tartre, acide libre.	3,60	
Gommes et autres substances solubles.....	3,20	
Phosphates et matières terreuses.....	1,45	insol. (B): 6,36
Ligneux, cellulose.....	4,91	
Eau.....	22,48	(C): 22,48
	100,00	

On a mis à fermenter 300 parties de ce raisin sec dans lequel il entrait :

Matières solubles (A).....	213,48
» insolubles (B).....	19,08
Eau (C).....	67,44

Après la fermentation, le marc égoutté a été mis dans une toile et pressé :

Humide il a pesé.....	135
Après dessiccation.....	55
Eau.....	80

Dans le raisin mis à fermenter la matière insoluble était :

Matière insoluble.....	19,08
Après la fermentation le marc ne pesait que....	55,00
Substances solubles restées dans le marc sec.....	35,92

En résumé, on a dosé dans les 300 parties de raisin :

	Matières insolubles.	Matières solubles.	Eau.
Après fermentation....	19,08	35,92	80,00
Avant fermentation....	19,08	213,48	67,44
	0,0	—177,56	+12,56

Pour reconstituer, avec du marc de raisin sec que l'on a fait fermenter, une matière analogue au raisin sec, il faudrait mêler :

Au marc sec.....	55
Des matières solubles.....	177,56
Eau.....	80,00
	312,00

C'est ce que font les falsificateurs en incorporant, dans

un marc sortant de la presse et encore très humide, une quantité convenable de fécule.

Le mélange, après avoir été suffisamment pressé et exposé à l'air, ressemble assez à du raisin sec, surtout si l'on y a mêlé une certaine quantité de grains non altérés.

Cette falsification est regrettable sous deux rapports : d'abord, en remplaçant les sucres réducteurs du raisin sec par de la glucose d'amidon, on introduit un élément dont la saveur est souvent désagréable; puis, cet élément remplace incomplètement la matière soluble du raisin, puisqu'il n'apporte ni la crème de tartre ni les autres principes solubles qui entrent dans le liquide, résultant de la fermentation d'un fruit de bonne constitution.

En traitant les marcs, privés de la plus grande partie des matières solubles entrant dans la constitution des raisins secs, on obtient un vin imparfait.

Les conséquences de cette fraude sont des plus fâcheuses, car le marc additionné de glucose est surtout vendu à des personnes qui font leur vin elles-mêmes dans les ménages.

L'absence de la crème de tartre et autres principes solubles autorise à envisager les boissons alcooliques comme n'ayant pas toutes les conditions de salubrité que présente un vin normal.

On voit, par ce qui précède, combien il est facile de constater la fraude que l'on vient de signaler, puisqu'il s'agit simplement de comparaisons indiquées par l'analyse.

En exposant dans un précédent Mémoire les résultats des analyses des raisins secs venus de différentes parties de l'Orient, on a insisté sur l'extension considérable, on pourrait dire inattendue, de la nouvelle industrie vinicole qui se répand dans toute l'Europe. Ainsi, on l'exerce très en grand dans le midi de la France, et dans les environs

de Paris des usines produisent chaque jour quatre à cinq cents hectolitres d'un vin assez apprécié.

Avant de décrire les manipulations pratiquées pour obtenir cette boisson, il a semblé qu'il serait intéressant d'indiquer sommairement l'origine du fruit sec, d'en faire en quelque sorte l'histoire.

La culture des grappes que l'on dessèche à l'air avait lieu depuis fort longtemps ; l'Angleterre était le principal débouché du raisin sec, dont on se servait particulièrement dans la confiserie.

Voici quelques renseignements à ce sujet. En Asie Mineure, à Thyra, à l'ouest de Smyrne, le raisin desséché qu'on exporte à Marseille est en grains noirs. Il n'y a pas de différence appréciable dans les vignes qui produisent le raisin connu sous les noms de *Thyra,* de *Vourla, Chesmé.* Dans les environs de Smyrne on obtient aussi deux autres espèces de raisins : le *rosahia,* d'un rose foncé, avec pépins, et le *soultanina* sans pépins, de couleur d'ambre : c'est le meilleur raisin sec de table.

Ceux de l'île de Samos sont deux espèces à pépins. Ils étaient exportés depuis longtemps en Hollande, où l'on en fabriquait des vinaigres et des vins de liqueur.

On possède sur les corinthes les plus recherchés pour la vinification des données précises :

Beaujour, dans son Tableau sur le commerce de la Grèce, publié à Paris en 1800, dit :

La vigne corinthienne, *vitis corinthiaca* ressemble à des ceps que l'on cultive en France ; seulement, les feuilles sont plus développées, plus obtuses, moins dentelées, duvetées sur la face inférieure. Le *petit corinthe* a le grain de la grosseur de celui du sureau et de la groseille; généralement il ne renferme pas de pépins. Dans une terre fertile cette vigne, laissée à elle-même, pousse avec vigueur, grimpe après les arbres qu'elle enlace de sarments vigoureux. On la taille à la hauteur d'un mètre en la disposant en parasol.

Les premiers de ces raisins arrivèrent sur les grands marchés de l'Europe vers 1700. On les récoltait sur les pentes des coteaux de l'isthme. Durant le XIIIe et le XIVe siècle les corinthes étaient désignés sous le nom de *corauntz*.

Depuis plus de cinquante ans, on pratique en Grèce l'incision annulaire avec avantage sur le tronc même de la vigne ou sur les branches principales.

Un hectare produit en moyenne 3000^kg^ à 4000^kg^ de raisin sec.

Les moyens de dessécher le raisin sont assez variés. En Turquie, on se borne à l'étaler sur le sol ; aussi est-il souvent mêlé de terre et de pierre.

En Espagne, à Malaga, les grappes ne sont exposées à l'air qu'après avoir été immergées quelques instants dans une faible lessive de cendres en ébullition. Dans plusieurs vignobles du Midi le raisin n'est pas cueilli à la maturité, on le laisse attaché aux ceps jusqu'à ce qu'il ait perdu les trois quarts de son eau constitutionnelle : c'est alors qu'on le fait sécher.

Aux îles de l'Archipel, le raisin sèche sur la vigne après qu'on a tordu, pincé la queue de la grappe pour arrêter l'ascension de la sève.

Préparation du vin de raisin sec.

Comme on l'a indiqué, le corinthe et le thyra sont le plus généralement employés pour la vinification. Le raisin est jeté dans le foudre avec de l'eau à la température de 15° à 20°. La fermentation se manifeste promptement et se maintient de cinq à huit jours. Le fruit n'est pas imbibé avant la mise en cuve. Pour 100^kg^ de raisin sec on verse 300^kg^ à 400^kg^ d'eau. La proportion d'alcool que renfermera le vin dépendra naturellement de la matière sucrée; elle sera de 10° à 7°.

Rappelons ici que 100 de sucre réducteur donneraient :

Théoriquement.....	51,11	d'alcool.
Pratiquement.....	48,50	»

Généralement les raisins secs sont pourvus de ferment, ils fermentent quand ils sont mis dans l'eau stérilisée. Voici les observations qui ont été faites à ce sujet par M. A. Le Bel.

Wourla-Beyrouth.— Grains couverts de glucose, aspect farineux. La fermentation est d'abord faible. Les cellules jeunes sont très allongées, rarement à double renflement.

Muscat-Samos. — Grains très farineux. La fermentation s'établit instantanément. Les cellules de levure ressemblent au ferment ellipsoïdal du vin.

Corinthe. — Grains petits, légèrement farineux; bonne fermentation; ferment ressemblant beaucoup à l'espèce dite *pasteurienne.*

Muscatelle de Gordo-Blanco (Californie). — Très beaux grains, semblables au raisin de Malaga ; sans farine de glucose. Pas de fermentation dans l'eau stérilisée.

Seedless Sultana de Fresno (Californie). — Sans graines. Petits grains non farineux. Pas de fermentation.

Thyra. — Grains jaunes, non farineux, pas de fermentation.

Malaga. — Grains non farineux, pas de fermentation.

La présence de ferments paraîtrait coïncider avec la transsudation du sucre à travers la pellicule du raisin ; la remarque de M. Le Bel est curieuse, elle pourrait faire supposer que la glucose farineuse a servi d'aliment à des levures tombées accidentellement sur les grains.

On rapportera ici la composition des vins provenant de la fermentation de plusieurs variétés de raisins secs.

	Désignation des raisins secs.		
	Samos-Muscat.	Thyra.	Wourla-Beyrouth.
Densités.....	1000	1001	1001
Alcool en volume.....	91,0	101,0	105,0
Acidité totale (SO^3HO)..	2,6	2,5	2,6
Crème de tartre.....	3,3	2,8	2,7
Sucre réducteur.....	Indices	Indices	Indices
Extrait sec à 100°. . . .	21,0	19,0	22,0
Glycérine.....	4,5	5,05	6,25
Acide succinique.....	0,9	1,0	1,25

Ces vins ne renferment que de faibles quantités de tannin. Cela tient probablement à ce que les raisins secs qui les ont produits ont été séparés de la râfle, dans laquelle se trouve surtout le tartre. Ainsi, une quantité de raisin du Midi, capable de fournir 1^{lit} de vin, renferme ordinairement 8^{gr} de crème de tartre, et cependant le vin qu'on en extrait n'en contient que 2^{gr}; la différence réside dans la râfle après l'expression.

Voici le rapport des quantités d'eau, de matière sucrée entre le grain et la râfle des raisins secs.

	Pour 100 de raisins secs (en grains).	
	Eau.	Matière sucrée.
Corinthe n° 54..... ...	24	68,68
Samos-Muscat.....	16,02	67,68
Thyra n° 42	15,00	56,94
Wourla-Beyrouth n°s 42, 44	14,20	71,84
Thyra.....	20,10	75,33
Corinthe.....	19,52	67,69
Samos-Muscat.....	19,86	68,68
Wourla.....	22,26	70,76
Thismis.....	23,00	66,72
Marque M. C.....	21,16	71,85
Corinthe n° 54.....	22,48	64,36

	Pour 100 de raisins secs (grains et râfles).	
	Eau.	Matière sucrée.
Samos-Muscat	14,89	61,97
Thyra n° 42	14,27	54,30
Wourla-Beyrouth	13,25	67,05
Thyra	19,45	72,93
Corinthe	18,73	64,98
Samos-Muscat	18,41	63,70
Wourla	22,30	69,79
Thismis	22,77	66,05
Marque M. C	19,80	70,62

Dans le vin de raisin sec bien préparé, on a constaté qu'il restait à la fin de la fermentation, comme nous l'avons déjà dit, une faible quantité de matières sucrées, dont la présence est appréciée par les dégustateurs; elle indique, d'ailleurs, que la fermentation a été conduite avec soin, car dans les fermentations trop brusques le vin ne renferme pas de sucre.

Nous avons voulu constater la vitesse de la disparition du sucre pendant la fermentation. Le vin était mis dans un flacon, dont le col présentait une légère ouverture, puis, à diverses époques, on dosait la présence de l'alcool, le degré d'acidité et la proportion de sucre contenus dans 1000 parties de vin. Les expériences ont commencé le 21 avril, la température du laboratoire étant de 23° à 25°.

Bocal n° 1. — Le 26 avril, il y avait par litre :

Alcool	39°,5
Acidité exprimée en SO^3, HO	$4^{gr},22$
Sucre	$27^{gr},00$

Bocal n° 2. — Le 29 avril, il y avait :

Alcool	42°,5
Acidité	$6^{gr},76$
Sucre	$6^{gr},67$

Bocal n° 3. — Le 1er mai, il y avait :

Alcool	57°
Acidité	6gr,57
Sucre	6gr,66

Bocal n° 4. — Le 3 mai, il y avait :

Alcool	71°,5
Acidité	4gr,57
Sucre	0gr,5

Malgré l'attention apportée, les fermentations ont été assez irrégulières; la disparition du sucre n'a été manifeste que le douzième jour. Le vin ne renfermait plus alors qu'une faible portion de matières sucrées.

Fermentation du raisin sec pur de Corinthe.

Le vin était de bonne qualité, légèrement coloré. Densité 998.

	gr
Dans 1lit : extrait séché à 100°	21,44
Acidité totale exprimée par SO^3, HO	2,6
Alcool en volume, 80°; en poids	63,6
Acide volatil, éther	2,0
Sucre réducteur	1,3
Tartre	2,0
Acide tartrique libre et autres acides	4,6
Gomme	0,7
Glycérine	4,8
Acide succinique	1,0
Phosphate de chaux, matières minérales	1,5
Eau et substances indéterminées	894,40
	1000,00

On voit par ce qui précède que du vin préparé avec du raisin sec de bonne qualité est un produit dont la composition se rapproche de celle du raisin non desséché.

Lorsqu'il n'est pas mélangé avec certains produits provenant de fermentation de glucose, d'amidon, de maïs, on peut sans inconvénient en recommander l'usage.

On a insisté précédemment sur la quantité considérable de raisins secs consommés dans ces dernières années pour la préparation du vin.

Le corinthe donne les résultats les plus satisfaisants ; il a paru intéressant d'estimer ce que les fruits secs représentent, en France, de raisins frais.

Dans les plaines du Midi, année moyenne, 1^{ha} d'aramon envoie au pressoir 13680^{kg}; 1^{ha} du Smalzberg (Alsace) en 1848, 3489^{kg}.

Suivant M. Sée, à Corinthe, 1^{ha} fournirait annuellement 3000^{kg} à 4000^{kg} de raisins secs (marchand), représentant en raisin de vendange 140000^{kg}, à peu près ce que rend 1^{ha} dans notre climat du Midi.

Pour transformer le fruit sec en raisins de vendange, on a fait usage de l'analyse du corinthe :

	gr
Eau	80,00
Sucre réducteur	16,92
Crème de tartre	0,53
Sels insolubles, matières terreuses	0,98
Sels et substances solubles, gomme, cellulose	1,57
	100,00

Nous reproduisons le Tableau que l'Administration a bien voulu mettre à notre disposition, indiquant l'importation des raisins secs en France, le prix du kilogramme et les droits de douane.

Importation des raisins secs en France. Quantité en kilogrammes.

Pays de provenance.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.
Turquie	4039804	4361448	11157504	12662537	21389890	34220210	37312908	28330079	27821302	31011300
Espagne	3097651	4730930	4920221	8178577	6210323	4247156	4539974	3261982	3389043	2179000
Grèce	534338	490448	371495	3608794	13324555	26687203	21267943	29547554	29430546	25270500
Italie	216266	425422	357107	172417	517836	656134	210907	285257	347991	"
Belgique	113645	220058	192625	126952	247901	435980	"	79524	317233	"
Angleterre	162212	579206	255810	4330941	5491059	7719190	2817428	18473634	3557638	2907400
Pays-Bas	41663	71503	"	"	"	"	"	"	"	"
Autres pays	16727	15394	44201	577984	3827240	3396291	1785911	458145	917215	752800
Totaux	8222306	10894409	17298963	29658192	51008804	77362164	67935071	63806175	65780968	62121000
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Prix du kilogramme	0,70	0,50	0,50	0,50	0,80	0,80	0,55	0,50	0,60	0,60
Droits de douane par 100kg	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	6	6	6

En 1875, le raisin sec importé des provenances enregistrées au Tableau était d'environ 8000000 de kilogrammes. Dans les années suivantes, on remarque une progression qui atteint des chiffres élevés à l'époque où le raisin est employé à la fabrication du vin ; ainsi, en 1880, l'importation a été de 78000000 de kilogrammes ; en 1882 et en 1883, cette importation s'est maintenue de 64000000 à 66000000 de kilogrammes, bien que les droits de douane eussent été élevés de 0^{fr}, 50 à 6^{fr} par 100^{kg}.

Si l'on considère les raisins secs (marchands) comme ayant la constitution du corinthe, on trouve par l'application de l'analyse :

En 1880, le raisin sec représentait en raisin frais		28000^{kg}
En 1882,	»	23000^{kg}

On peut juger par ces résultats, qu'on a tout lieu de croire exacts, de l'influence que l'introduction peut exercer en France sur la viniculture, influence assez limitée d'ailleurs, puisque l'on sait qu'avant l'invasion du phylloxera nous possédions 2000000 d'hectares de vigne.

RAPPORT

SUR

LA CONSTITUTION DES VINS

PROVENANT DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878;

PAR M. JOSEPH BOUSSINGAULT.

Monsieur le Ministre,

Par décision de votre prédécesseur, M. Teisserenc de Bort, il a été arrêté que M. Joseph Boussingault, membre adjoint au jury international, ferait une étude des vins admis à l'Exposition universelle, pour en déterminer la densité, la teneur en alcool, en substances fixes et en matières sucrées, et le degré d'acidité; que ce travail serait exécuté dans un des laboratoires de l'Institut agronomique spécialisé à cet effet, et qu'un Rapport en ferait connaître les résultats.

L'importance de la mission qui nous avait été confiée ressortait de ce fait, que l'Exposition universelle avait offert l'occasion de se procurer des vins français et étrangers qu'on avait tout lieu de considérer comme purs, et par conséquent pouvant servir de types.

Les vins prélevés ont été déposés par nos soins dans un cellier de la ferme de la Faisanderie, près Joinville-le-Pont, dépendant de l'Institut agronomique. Le cellier était disposé de telle manière que les échantillons se trouvaient à l'abri des variations de la température. Ils furent placés dans des casiers, par ordre de provenance, avec l'indication des noms des exposants.

L'appropriation du laboratoire spécial ne fut achevée qu'à la fin de décembre; on avait été obligé d'amener de l'eau en abondance pour faire fonctionner les appareils à faire le vide et construire une canalisation particulière de gaz.

Les instruments de précision ayant été établis et vérifiés, on procéda à l'examen des vins en adoptant les procédés recommandés par les chimistes les plus autorisés; toutefois, on ajouta au programme tracé par M. le Ministre le dosage de deux éléments essentiels : la glycérine et l'acide succinique, addition qui augmentait considérablement le travail. Mais comment ne pas doser la glycérine, puisqu'elle peut servir à reconnaître si un vin a été viné? La détermination de la glycérine et de l'acide succinique, comme celle de la matière fixe, fournit sur la pureté d'un vin ou sur l'intensité du vinage un moyen de contrôle dont l'administration peut tirer parti, et que, dans tous les cas, elle ne doit pas ignorer.

Les dosages étaient à peine commencés qu'il se présenta une difficulté qu'on n'avait pu prévoir, parce que jamais des experts ne s'étaient trouvés en présence d'un nombre aussi considérable d'échantillons sur la constitution desquels ils avaient eu à se prononcer.

Cette difficulté résidait dans la lenteur des procédés, chaque analyse exigeant de huit à dix jours. On n'entrevoyait plus l'époque où la mission serait terminée; il fallait renoncer à la remplir, ou la restreindre à une proportion qui lui eût enlevé son caractère. Dans cette occurrence, on n'hésita pas à suspendre le travail courant pour se livrer à une série de recherches ayant pour but l'examen critique des méthodes employées, non pas tant pour les changer que pour les rendre plus expéditives, sans nuire à la précision. On se formera une idée de la célérité qu'il était indispensable d'imprimer aux dosages, quand on saura que, pour examiner un groupe de douze échan-

tillons, on pratique, soit par les pesées, soit par les méthodes volumétriques, environ 144 opérations.

Grâce aux modifications apportées, les analyses eussent pu continuer sans interruption, quand on s'aperçut que les proportions de glycérine trouvées présentaient, pour des vins de même terroir, des écarts notables. On fut, par conséquent, amené à étudier les procédés de dosage qu'on avait suivis. D'abord, on détermina les quantités de glycérine en traitant l'extrait des vins par un mélange d'alcool et d'éther (méthode Pasteur). 250^{cc} de vin étaient évaporés lentement à une température de 60° à 70°, jusqu'à réduction à un volume de 100^{cc}, en y ajoutant quelques grammes de chaux éteinte pour saturer les acides; l'évaporation était achevée dans le vide, et l'on faisait agir sur le résidu un mélange de 1 partie d'alcool et de $\frac{1}{2}$ partie d'éther. La dissolution éthérée était chauffée doucement, et la dessiccation du résidu, terminée dans le vide.

On sait que par ces moyens M. Pasteur a rencontré dans un litre de vin :

	Glycérine.
	gr
Bordeaux vieux	7,41
Bordeaux ordinaire	6,97
Bourgogne vieux	7,34
Arbois vieux	6,75
Château-Latour	10 à 11

On a modifié ce traitement par un dispositif permettant d'opérer la concentration du vin, non plus à l'air, mais dans le vide, en déterminant ainsi une évaporation beaucoup plus prompte à une température ne dépassant pas 30°.

Dans un ballon, on introduit 3^{gr} de craie mêlée à 50^{gr} de pierre ponce en poudre fine pour augmenter la surface évaporatoire; on fait arriver le vin par une tubulure latérale, en maintenant le vide dans l'appareil relié à un réfrigérant. L'évaporation de 200^{cc} de liquide est terminée

en trois ou quatre heures; il reste un extrait réparti uniformément sur les grains de ponce que l'on transvase après une pesée dans un flacon fermant à l'émeri, où l'on réunit l'alcool-éther ayant servi aux lavages. Après une digestion de vingt-quatre heures, l'alcool-éther est évaporé dans une capsule à une très douce chaleur; le résidu est mis à sécher dans le vide sec et froid.

La glycérine, après avoir été pesée, est brûlée pour doser les cendres.

En opérant ainsi, on a trouvé, en rapportant à un litre:

	Glycérine.
	gr
Vins blancs d'Alsace.....	6,17
Vin de la Loire.....	9,69
Vin de la Loire.....	9,77

Par l'application du vide dans l'évaporation, on a certainement des dosages de glycérine satisfaisants. Toutefois, et malgré la promptitude dans la concentration, la durée d'une opération était encore trop longue pour songer à l'appliquer à la totalité des échantillons. On ne pouvait l'utiliser que comme un moyen de contrôle des résultats obtenus par un procédé plus expéditif : le dosage par dessiccation. En se fondant sur la volatilité de la glycérine, on a proposé, en effet, de prendre deux quantités égales d'un même vin, d'en dessécher une dans le vide et l'autre dans une étuve maintenue de 105° à 110°. La différence de poids constatée entre ces deux essais indique celui de la glycérine. Cependant, le procédé de dessiccation donne toujours la glycérine en proportion notablement inférieure à celle fournie par le traitement alcoolique éthéré. Ainsi 100^{cc} de vin, venant d'un même terroir, en auraient contenu de 0^{gr},8 à 1^{gr},5. Ces nombres n'étaient pas acceptables, même comme une approximation. En conséquence, on rechercha l'origine de cette différence.

D'abord, la glycérine présente dans le dosage une cause d'erreur manifeste, due à sa volatilité, bien que son ébullition ne se réalise qu'à 280°. Elle émet néanmoins des vapeurs à des températures inférieures. Nul doute que, durant la concentration du vin à l'air par une chaleur de 70° à 80°, il y ait déjà élimination de glycérine; c'est pour en prévenir la déperdition qu'il faut que cette concentration s'accomplisse dans le vide. On pourra se former une idée de la perte éprouvée en exposant de la glycérine pure à divers degrés de chaleur :

I. Glycérine soumise à une température de 100° pendant quatre heures :

	gr
Poids avant.....	1,247
Poids après.....	1,073
Perte.....	0,174

II. Glycérine soumise à une température de 70° :

	gr
Poids avant.....	2,325
Poids après.....	2,261
Perte.....	0,064

III. Les glycérines résidus des expériences I et II, après être restées quarante-huit heures dans le vide, ont perdu chacune 0gr,004.

En opérant la dessiccation de deux quantités égales de vin, d'un côté au bain-marie, de l'autre dans le vide sec, on a des extraits dont la différence de poids donne la glycérine.

Voici un résultat obtenu ainsi en rapportant à un litre de vin; on a :

	gr
Extrait préparé dans le vide sec.....	19,70
Extrait préparé au bain-marie.....	13,50
Glycérine.....	6,20

En traitant le même vin à l'alcool éthéré, on a eu :

Glycérine..... $6^{gr},50$

Il est à croire qu'à la chaleur du bain-marie on n'avait pas expulsé la totalité de cette matière. Néanmoins ces résultats sont assez concordants, surtout si l'on considère que par l'alcool disparu le dosage de la glycérine est en général trop bas. Il n'en est plus ainsi quand on évapore à l'étuve.

Pour avoir un extrait dont le poids reste constant, il faut chauffer pendant plus de vingt-quatre heures. Par exemple, en agissant sur 10^{cc} de vin :

		gr
Après 18 heures l'extrait a pesé	.....	0,144
Après 24 heures »	.....	0,140
Après 48 heures »	.....	0,140

En retranchant du poids d'un extrait sortant du vide celui de l'extrait sortant de l'étuve, la différence devrait représenter le poids de la glycérine. Or ce poids est toujours plus fort que celui dosé par l'alcool éthéré.

En d'autres termes, il y a dans l'étuve chauffée de 105° à 110° plus de matière éliminée que dans le vide sec à froid. Quelle est la cause de cette perte? La question a fort préoccupé. En desséchant le vin dans le vide à la température ordinaire, c'est surtout l'alcool qui disparaît avec l'eau; dans l'étuve, d'après ce qu'on avait reconnu, la glycérine expulsée devait donc être nécessairement accompagnée d'une autre substance; après des essais multipliés, on a pu se convaincre que cette substance était de l'acide succinique, dont la proportion est généralement le $\frac{1}{5}$ de celle de la glycérine. Il fallait donc admettre que, à la température de 105° à 110°, de l'acide succinique était volatilisé dans les conditions où l'on opérait : c'est ce que l'on reconnut, bien qu'à la première vue la volatilisation d'un acide fusible à 183° et dont la sublimation ne commence que vers 135° parût peu vraisemblable.

I. Volatilisation de l'acide succinique.

On a dissous $0^{gr},03$ d'acide dans 10^{cc} d'eau. La dissolution a été portée à l'étuve : toutes les vingt-quatre heures, après la pesée du résidu, on remplaçait l'eau évaporée.

	gr
Poids de l'acide.....	0,030
12 heures après.....	0,027
12 »	0,013
12 »	0,011
12 »	0,010

Ainsi, en deux jours, à une température différant peu de 100° et après des additions successives d'eau, l'acide avait perdu les $\frac{2}{3}$ de son poids initial.

A 105° et 110°, température que supporte l'extrait d'un vin desséché à l'étuve, la perte en acide succinique a lieu plus rapidement.

II. Acide employé.....	0,020
Une heure après.....	0,001

L'acide avait disparu presque entièrement.

III. Acide employé	0,200
40 heures après	0,020
Perte.....	0,180
IV. Acide employé	0,006
24 heures après	0,000

Il est donc hors de doute que, dans la dessiccation à l'étuve, il y a de l'acide succinique volatilisé, ce qui n'arrive pas lorsque, dans une dessiccation à l'air ou au bain-marie, la température n'atteint pas 100°.

A l'étuve, l'extrait acquiert un poids invariable, comme on s'en est assuré. Par exemple, en desséchant $0^{lit},010$ de vin :

	gr
Après 18 heures de chauffe on a un extrait de....	0,150
Après 24 » » »	0,148
Après 96 » » »	0,148

Dans une observation faite sur un vin d'une autre provenance, on a eu, en opérant sur $0^{lit},010$:

			gr
Après 24 heures de chauffe extrait.....			0,267
Après 40	»	»	0,265
Après 48	»	»	0,262

Il était important d'établir que, par la dessiccation à l'étuve à une température comprise entre 105° et 110°, les vins laissaient un résidu fixe dans lequel il ne se trouvait pas de glycérine ni d'acide. Ce procédé est surtout le seul qu'il soit permis d'employer quand on opère sur un nombre considérable de vins. Quand, après un temps suffisamment prolongé, le poids de l'extrait ne change plus, la différence que l'on reconnaît, en la comparant à celui de l'extrait préparé dans le vide froid, est due à l'élimination de la glycérine et de l'acide succinique.

Comme contrôle, on dosait la glycérine par l'alcool-éther sur plusieurs échantillons pris dans une série de vins traitée à l'étuve, et si l'accord n'a pas toujours été aussi rapproché qu'on pouvait le désirer, il ne faut pas attribuer uniquement les erreurs aux procédés; jusqu'alors les vins examinés ne contenaient que peu ou point de matières sucrées. Or il arriva qu'on eut à opérer sur un rancio des Pyrénées-Orientales, dans lequel il entrait pour 100^{cc} :

Sucre réducteur.....	19^{gr}
Alcool en volume.....	20^{cc}

On échoua complètement dans le dosage de la glycérine. On ne réussit pas davantage avec des vins très alcooliques du midi de l'Europe.

Ce fut alors que l'on constata que, dans ces conditions, les dosages devenaient impossibles, et que, lorsqu'on agissait sur de tels produits, il fallait commencer par en éliminer le sucre. Le moyen était tout trouvé : la fermenta-

tion. Mais, en introduisant de la levure dans un rancio étendu de son volume d'eau, la fermentation, active d'abord, se calmait bientôt après, de sorte que pour la rétablir on était obligé d'avoir recours à de nouvelles additions de levure, malgré lesquelles le sucre ne disparaissait qu'au bout de neuf à dix jours. Ce moyen n'était plus praticable.

Un examen attentif montra que l'inertie de la levure dépendait de l'alcool préexistant ou accumulé dans le rancio, et paralysait par sa forte proportion l'action du ferment. Aussi, en appliquant la fermentation rapide déterminée par le vide, expulsant l'alcool et l'acide carbonique au fur et à mesure qu'ils sont constitués, le sucre disparaît en quelques heures, et le dosage de la glycérine dans un vin sucré fortement alcoolique n'offre plus de difficultés.

Le nombre des vins analysés était de 2000. Dans ce but, après avoir prélevé sur un échantillon ce qui était nécessaire pour l'analyse, le vin restant était mis dans un flacon, bouché avec un liège exempt de moisissures. On le traitait ensuite par le procédé Appert. Le flacon portait un numéro d'ordre gravé avec une pointe de diamant. Grâce à cette mesure, il devint possible de vérifier les dosages. C'est ainsi qu'on a pu critiquer les déterminations de la glycérine exécutées au commencement de nos opérations.

On a inscrit dans un Tableau les résultats obtenus au laboratoire de l'Institut agronomique sur les produits mis à notre disposition; mais, pour en faciliter l'examen, il est utile de connaître un Rapport de MM. Célerier et Grosfils, commissaires de la classe 73 à l'Exposition internationale, sur les provenances et les qualités des vins français, d'autant plus que dans la Table on se borne à indiquer le département et le nom du vin.

Gironde : Grands vins rouges du Médoc et de Graves,

dont les premiers crus sont au nombre de quatre : Château-Laffitte, Château-Margaux, Château-Latour, Château-Haut-Brion; grands vins de Sauterne, dont le Château-Yquem est le premier cru.

Côte-d'Or : Grands vins rouges de la Bourgogne, provenant de la côte de Nuits ou de la côte de Beaune.

Ardèche : Vins des côtes du Rhône.

Aube : Vins des Riceys.

Dordogne : Vins blancs doux de Montbazillac.

Drôme : Vins de l'Ermitage et de la Côte-Rôtie.

Haute-Garonne : Vins de Villandrie.

Jura : Vins blancs de l'Étoile, vins de paille de Salins et d'Arbois.

Maine-et-Loire : Vins blancs du coteau de Saumur.

Basses-Pyrénées : Vins de Jurançon.

Rhône et *Saône-et-Loire :* Vins de Beaujolais; vins blancs de Rouilly-Trissi.

Vaucluse : Vins de Châteauneuf du Pape.

Gard : Vins de Tavel.

Yonne : Vins blancs de Chablis. Vins rouges d'Épineuil, des Olivettes, d'Irancy, de la Migrame et de la Chairiette, de la côte Saint-Jacques.

Indre-et-Loire : Vins rouges de Bourgueil et de Chinon. Vins blancs des coteaux de Vouvray.

Hérault : Vins de muscat de Lunel, de Frontignan, de Cazouls; vins blancs de Liquepont et de Picardan, qui servent à la préparation du vermouth et des vins d'imitation.

Aude : Vins blancs Clairette de Limoux; vins de Grenache, Banios.

Pyrénées-Orientales : Vins de Banyuls et de Collioure.

Le Tableau résumant les résultats des essais montre que dans 100^{cc} de vin il y aurait :

Vins français.

	Alcool.
Les moins spiritueux	8 à 9
Les plus spiritueux.....	14 à 15

Vins portugais.

Les moins spiritueux	8 à 10
Les plus spiritueux.....	18 à 22

Vins espagnols.

Les moins spiritueux	10 à 12
Les plus spiritueux	20 à 23

Vins hongrois.

Les moins spiritueux.	8 à 10
Les plus spiritueux.....	11 à 15

Vins de Crimée.

Les moins spiritueux	10 à 12
Les plus spiritueux.....	14 à 15

Vins américains.

Les moins spiritueux.....	11 à 12
Les plus spiritueux.....	15 à 16

Les vins très alcooliques avaient probablement été alcoolisés : c'étaient des produits vinés. Car on sait maintenant qu'un moût ne peut pas fournir un vin tenant 18 à 20 pour 100 d'alcool, par cette raison qu'en présence d'une telle teneur alcoolique le ferment ne fonctionnerait plus, on l'a déjà dit, et l'observation que l'on va rapporter l'établit incontestablement.

Dans 100^{cc} d'alcool à différents degrés, on avait introduit 1^{gr} de glucose pur et un fragment de levure.

Voici ce qu'on a constaté [1] :

---

[1] Joseph Boussingault, *Fermentation rapide.*

	Après 24 heures.		Après 60 heures.	
	Glucose		Glucose	
	retrouvé.	disparu.	retrouvé.	disparu.
	gr	gr	gr	gr
Alcool à 50.....	1,00	0,000	1,00	0,000
Alcool à 25.....	1,00	0,000	1,00	0,000
Alcool à 15.....	0,29	0,710	0,00	1,000
Alcool à 5.....	0,00	1,000	0,00	1,000

Ainsi, dans l'alcool à 50° et à 25°, il n'y a pas eu fermentation; dans l'alcool à 15°, la levure n'a agi qu'avec lenteur. En vingt-quatre heures, le glucose détruit n'a pas dépassé $0^{gr},71$. La destruction complète a exigé soixante heures : c'est ce qui se passe dans un moût très sucré. Ainsi $73^{gr},7$ de sucre réducteur furent dissous dans $2^{lit},40$ d'eau; on y délaya une forte proportion de levure. La fermentation, d'abord des plus vives, se calma bientôt; vingt-quatre heures après, il ne se dégageait que fort peu de gaz; le second jour, la liqueur était éclaircie.

Dans la dissolution fermentée, on dosa $2^{gr},7$ de matière sucrée; la distillation donna $42^{cc},8$ d'alcool, soit 18 pour 100. Dans cette condition, la levure n'avait plus agi, si ce n'est lentement. Le produit obtenu rappelait par sa constitution les vins sucrés très alcooliques.

Le *vinage* consiste à verser dans le vin une certaine quantité d'alcool ou d'eau-de-vie, soit lors du premier soutirage, soit au moment de l'exportation. L'effet de cette addition est d'empêcher une détérioration dans les celliers et de communiquer au vin la faculté de supporter des transports sans éprouver d'altération.

Pour les vins venant de moûts très sucrés, dont la fermentation en cuve est incomplète, le vinage est indispensable. Il occasionne un précipité. Les vins éclaircis supportent sans inconvénient les changements de température, les transvasements. Dans le midi de la France, généralement, on vine par une addition d'alcool de 1 à 2 pour 100.

Toutefois, le vinage est d'autant plus élevé que le liquide est d'autant plus capiteux, plus corsé : ainsi, dans l'Aude, dans le Roussillon, où l'on vine à 3 pour 100 et plus.

En Espagne, en Portugal, les vins sont souvent largement alcoolisés.

L'intensité du vinage dépend aussi des localités où les vins doivent être expédiés :

	Alcool pour 100.
Pour le Nord, la Russie et une partie de l'Allemagne	10
Pour l'Amérique	6 à 10
Pour d'autres contrées	3 à 5

Les praticiens reconnaissent l'utilité de l'intervention de l'alcool dans les vins des Bouches-du-Rhône, du Gard, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales. Les bouilleurs de cru, conformément à une loi qui permettait aux propriétaires de vignes de traiter leur récolte en toute liberté, extrayaient par la distillation l'alcool ou l'eau-de-vie qu'ils destinaient au vinage. C'était un avantage réel, puisque, tout en alcoolisant, on augmentait, on fortifiait l'arome du cru ; ce que l'on ne réalise pas en vinant avec des alcools sans bouquet. Dans le midi de l'Europe, on a viné pendant très longtemps par le procédé des bouilleurs de cru et l'on améliorait ainsi la qualité des vins.

L'utilité du vinage direct n'est pas contestée ; toutefois, il y a un autre moyen d'alcooliser en mettant du sucre dans le moût ; c'est réellement un vinage, puisque la matière sucrée, en fermentant, produit un poids d'alcool à peu près égal à la moitié du sien, et de plus deux principes essentiels aux vins : la glycérine et de l'acide succinique ; *sucrer,* c'est donc compléter, améliorer la constitution du moût, comme le faisaient depuis longtemps les vignerons dans les années de mauvaises récoltes. Mais l'attention sur ce moyen fut attirée en 1776 par une expérience de Maquer,

qui obtint un vin potable avec des raisins verts, aigres, en ajoutant dans le jus assez de sucre brut pour lui donner la saveur du vin doux. Ce résultat engagea Chaptal à conseiller l'emploi du sucre pour améliorer les moûts défecteux. Il ajoutait qu'il serait plus économique, plus rationnel de faire usage du sirop de raisin. Chaptal écrivait en 1800: « Quelques années plus tard, lors du blocus continental, il arriva que la fabrication de ce sirop prit une extension considérable; non pas pour les vendanges, mais pour remplacer dans l'économie domestique le sucre des colonies qui avait atteint un prix fort élevé. »

Si l'on eût employé le sucre à l'amélioration des vendanges, le sucrage n'eût pas éprouvé dans son application un échec mérité; malheureusement on substitua au sucre de canne le sirop de fécule de pomme de terre, qu'on assimilait à tort au sirop de raisin, puisqu'il renferme seulement du glucose et est en outre mêlé à de la dextrine et à des principes d'un goût et d'une odeur désagréables. Quoique l'identité des deux sirop fût une erreur, on sucra en Bourgogne avec le sirop de fécule pendant une vingtaine d'années, d'abord pour les moûts de raisins incomplètement mûrs, ensuite, et par extension, pour renforcer en alcool les produits irréprochables des crus les plus renommés. Comme l'a dit Dubrunfaut, « c'était un abus ». On appliquait un remède à un vin qui n'était pas malade.

Le remplacement du sucre par une substance aussi complexe que le sirop de fécule amena des résultats tellement fâcheux pour la qualité des vins, qu'un congrès de vignerons arrêta que le système de sucrage devait être abandonné. Dubrunfaut n'hésita pas à attribuer les mauvais effets signalés au sirop de fécule, et il conclut que les vins n'eussent pas été discrédités si le sucrage eût été fait avec du sucre raffiné de canne ou de betterave, introduit à une dose n'augmentant que très peu la richesse alcoolique.

Que le sucrage soit favorable, cela se conçoit, par cette raison que toute matière sucrée provenant de l'organisme végétal entre en fermentation aussitôt qu'elle est exposée à l'air. Ainsi le jus de canne est converti en une boisson enivrante, le guarapo pouvant avoir, comme on s'en est assuré, 110° d'alcool par litre et de plus de la glycérine et de l'acide succinique. Toutefois, dans ce liquide, la proportion de glycérine dérivant du sucre est toujours notablement inférieure à celle produite par une même quantité de matière sucrée entrant dans un moût de raisin, ce qui permettrait de reconnaître si un liquide provenant de la fermentation du sucre aurait été mélangé à du vin.

Le sucrage pourrait être sans aucun doute pratiqué avec du sirop de raisin, ou plutôt avec un moût amené à la consistance sirupeuse pour en faciliter le transport et en assurer la conservation. On améliorerait un vin défectueux par l'adjonction du vin de bonne constitution, apportant des matières que n'introduit pas le sucre. Ce moyen a été employé autrefois et, s'il n'a pas été adopté, cela a tenu uniquement aux frais occasionnés par la concentration, mais aussi et surtout à la difficulté que présente une évaporation conduite avec assez de ménagement pour ne pas brûler le moût.

Ce qui montre que le projet de sucrage par un moût concentré était justifié, c'est qu'on fait aujourd'hui, soit pour le sucrage proprement dit, soit pour obtenir du vin, usage des raisins secs. Un tel raisin contient nécessairement du moût desséché, non pas par la cuite, mais par une exposition à l'air, au soleil. Pour reconstituer ce moût à l'état où il est dans le fruit, il suffit de restituer l'eau éliminée par la dessiccation. On réalise ainsi ce vœu manifesté il y a quelques années : « S'il était possible, disait-on, de se procurer un moût concentré, l'amélioration des vins de certains crus deviendrait une opération avantageuse et loyale qui apporterait, avec la matière saccharine destinée

à rehausser le degré alcoolique, les autres substances essentielles à la constitution du vin. »

Aussi la préparation du vin de raisins secs a-t-elle pris et continue-t-elle à prendre en Europe une extension considérable.

Toutefois, il faut bien admettre qu'importer en France des raisins secs pour les faire fermenter, c'est importer du vin étranger.

La *matière fixe* obtenue par évaporation du vin est un élément important; un litre en contient de 15gr à 30gr; assez fréquemment, la proportion dépasse cette quantité.

Dans le Tableau résumant les essais, on voit qu'en prenant sur 48 vins français non sucrés trois échantillons les plus pauvres A, et trois échantillons les plus riches B en extrait, on a eu pour un litre :

A.	Charente	16,0
	Alpes-Maritimes	16,4
	Gironde	17,0
B.	Haute-Garonne	41,0
	Hérault	39,2
	Côte-d'Or	35,7

On a rencontré dans les 48 vins deux échantillons dont la quantité d'extrait a été considérée comme exceptionnelle par litre.

Minimum (Gers)	11,4
Maximum (Indre-et-Loire)	55,0

Lorsque le sucre d'un moût n'a pas été entièrement transformé en alcool, les vins renferment nécessairement une forte dose de substances fixes : d'abord à cause du poids de la matière sucrée, et ensuite parce que cette matière est un obstacle à la dessiccation.

Les résidus secs laissés par les *vins plâtrés* diffèrent notablement de ceux des vins qui ne l'ont pas été.

L'usage d'ajouter du plâtre, soit à la cuve, soit aux vins lorsque la fermentation est terminée ou ralentie, est répandu dans les régions viticoles; on applique surtout cette pratique aux vins très colorés, chargés d'une forte proportion de tartre et d'une conservation difficile. Le but du plâtrage, c'est de changer la teinte brune des vins en une nuance rouge, et surtout de diminuer leur teneur en crème de tartre

L'opération est fondée sur une double décomposition : un équivalent de sulfate de chaux étant en présence du tartrate de potasse entrant dans la composition du bitartrate, ce sulfate est décomposé; toute sa chaux s'unit avec l'acide tartrique et forme du tartrate de chaux insoluble.

Il reste en dissolution : l'acide sulfurique du plâtre, la potasse du tartrate décomposé et l'acide tartrique qui constituait le bitartrate de potasse; il y a dans ce mélange les éléments du sulfate de potasse, mais il ne faudrait pas en conclure que ce sel soit à l'état neutre dans la dissolution, par cette raison que l'acide tartrique peut s'emparer d'une partie de la base pour former du bitartrate. Ainsi, dans le cas particulier où l'on s'est placé, le vin plâtré renfermerait une dose plus ou moins forte de sulfate acide de potasse dont la présence a été signalée par Bussy et Buignet : peu importe l'état de saturation du sulfate de potasse après la réaction. Toujours est-il qu'en évaporant un vin plâtré dans les conditions indiquées, en incinérant le résidu, on brûle l'acide tartrique, et dans les cendres il n'y a pas autre chose que du sulfate de potasse, formé par l'union de l'acide sulfurique apporté par le sulfate de chaux et de la potasse introduite par le tartrate de potasse neutre sur lequel a réagi le sel calcaire.

Il fallait entrer dans ces détails pour faire comprendre l'intérêt que présente un moyen simple de reconnaître si

un vin n'a pas été plâtré ou s'il l'a été en partie ou en totalité. Ainsi, Poggiale, en comparant la quantité de carbonate de potasse dans les cendres de deux vins de même origine, l'un avant, l'autre après l'action du plâtre, a trouvé dans un litre :

	Avant le plâtrage.	Après le plâtrage.
Vins de Montpellier.....	1,87	0,01
Vins des Pyrénées.....	1,36	0,00

Dans ce tableau, résumant les essais, on voit que le rapport entre le poids des cendres et le poids des alcalis que contiennent les cendres est plus grand dans les vins plâtrés que dans les vins non plâtrés.

Vins non plâtrés.

	Numéros.	Cendres pour 1lit.	Alcali pour 1lit.	Rapport.
Côte-d'Or.	93.....	2,04	0,893	2,2
»	76.....	1,65	0,618	2,6
»	134.....	1,75	0,601	2,6
»	143.....	1,15	0,549	2,0

Vins plâtrés.

	Numéros.	Cendres pour 1lit.	Alcali pour 1lit.	Rapport.
Hérault.	536.....	4,50	0,594	7,6
»	541.....	7,90	1,836	4,3
»	576.....	4,10	1,330	3,0
»	588.....	3,00	0,038	7,8

Dans les vins non plâtrés, les cendres contiendraient 34 d'alcali ; dans les vins plâtrés, 17 d'alcali.

Les vins sont *acides*. L'*acidité* est une qualité ou un défaut, selon qu'elle est modérée ou exagérée : elle est occasionnée par de l'acide tartrique libre ou appartenant à la crème de tartre, par les acides malique, acétique, etc., préexistant dans le moût, et par l'acide succinique déve-

loppé pendant la fermentation. Un litre de vin renfermant 5° à 10° de glycérine contient 1gr à 2gr d'acide succinique (Pasteur).

Dubrunfaut n'a pas rencontré de vins dont l'acidité fût inférieure à celle que ferait naître 3gr d'acide sulfurique monohydraté dans un litre d'eau.

Dans les vins de France, en adoptant ce mode d'évaluation, l'acidité serait comprise entre celle qui déterminerait 3gr et 4gr d'acide sulfurique. Dans les contrées méridionales, on voit rarement le degré d'acidité s'abaisser, même dans les vins secs et les vins doux, à l'équivalent de 1gr d'acide minéral.

La *teneur en alcool* est surtout utile, parce qu'elle touche au vinage direct. Il résulte d'une série d'expériences qu'au-dessus d'une quantité d'alcool de 18 à 19 pour 100 la fermentation ne fonctionnait plus dans un moût, et l'on doit supposer, malgré toutes les assertions contraires, qu'un vin ayant une plus forte dose d'alcool a été viné. Voici l'alcool et le sucre trouvés dans quelques vins très spiritueux, pour 100 :

	Alcool en volume.	Matière sucrée.
Oportô	19	4,2
Malaga blanc...	23,5	4,2
Malvoisie	23	14,7
Muscat	24	15,7
Rancio	29,5	14,2

Ces vins ont été évidemment alcoolisés, et, dans le Midi, le vinage est souvent excessif : par exemple, à l'Exposition universelle de la Grande-Bretagne, on fit goûter un oporto de 1730 très peu coloré, contenant 300cc d'alcool par litre; cependant, on affirmait que ce vin n'avait pas été viné. Aujourd'hui, avec les connaissances que nous avons acquises, on n'hésiterait pas à repousser cette affirmation.

Il était bon de corroborer les observations faites dans le laboratoire de l'Institut agronomique sur la *limite* de la proportion d'alcool que peut supporter le ferment : on a eu l'occasion, en prenant connaissance de la préparation du vin muscat par un habile viticulteur du département de l'Hérault.

« Le raisin, plus que mûr, flétri, ridé, a été cueilli entre le 10 et le 15 septembre ; on l'a égrappé, les grains ont été passés au pressoir ordinaire. Le moût a été immédiatement mis en barriques débouchées ; on a soutiré tous les trois jours, jusqu'à complète clarification. Le moût fermenté est resté ainsi en fût débouché une année entière, sans qu'il fût nécessaire d'ouiller ; dix-huit mois après, on colla et l'on mit en bouteilles : 100^{lit} de moût rendirent 88^{lit} de vin. » Ce muscat sucré de l'Hérault a donné 17 à 18 d'alcool pour 100, degré alcoolique qu'on avait atteint dans nos expériences en faisant fermenter une dissolution très chargée de *sucre* sous l'influence de la levure.

Assez fréquemment on rehausse le muscat par une addition d'alcool, ainsi que le rancio des Pyrénées, de sorte que leur titre initial de 16° à 18° est porté à 24° et même à 30°. Ce sont alors des vins survinés.

C'est ici qu'il faut faire remarquer que ce sucrage n'est réalisable que par une introduction d'alcool, tandis que le sucrage indirect par l'addition de sucre dans un moût pour en retirer un vin plus spiritueux a toujours une *limite ;* quelle que soit la quantité de matière sucrée ajoutée, ce vin aura ce qu'on peut appeler le degré alcoolique limite : 10 à 19 pour 100.

Si la dose de sucre qu'on fait intervenir est trop forte, parvenue à cette *limite*, la fermentation s'arrêtera. C'est ce qu'on voit dans nos départements de l'Est, dans les années assez rares ou les circonstances météorologiques ont été très favorables à la culture de la vigne. Le raisin rend un moût extrêmement sucré ; la fermentation, très éner-

gique d'abord, s'arrête bientôt; pourquoi ? C'est parce que le liquide de la cuve a atteint la limite alcoolique, 16° à 18°; on a alors un vin spiritueux et sucré.

Dans le Tableau qui suit, on trouve le nom des exposants, la localité, le nom, la densité; puis, rapportées à un litre, les quantités d'extrait sec, d'alcool de crème de tartre, de tannin, de glucose, de glycérine, d'acide succinique, de cendres et d'alcali, enfin l'acidité totale exprimée en acide sulfurique monohydraté.

Nota. — La série des numéros du Tableau suivant a été établie dès la réception de tous les échantillons à analyser. Pour plusieurs de ces échantillons, quelques renseignements (nom de l'exposant, nom du cru, année de la récolte) manquaient et n'ont pu être postérieurement obtenus. D'autres échantillons n'ont pas été analysés par suite de l'altération des vins. De là proviennent dans les Tableaux quelques lacunes, qu'on a dû laisser subsister, afin de ne pas interrompre la série des numéros d'inscription.

VINS FRANÇAIS.

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Alpes-Maritimes.										
1	Maxwell	»	»	0,999	61,0	4,991	0,088	»	0,705	16,45	3,8	0,76	1,90	0,783
2	*Idem*	»	»	0,996	209,0	4,807	0,355	4,08	0,090	44,90	10,4	2,28	4,75	2,194
3	Félix Vial	»	»	1,022	179,0	4,140	0,793	71,00	1,830	113,30	9,8	1,96	1,90	0,995
				Allier.										
4	Julier	»	»	»	»	»	«	»	»	»	»	»	»	»
				Alpes (Basses-).										
5	Jaubert	»	»	0,994	118,0	4,600	0,220	»	0,752	26,20	8,2	1,64	3,15	1,044
				Ardèche.										
6	Audebert	»	«	0,996	137,0	4,140	1,058	»	5,720	26,25	7,8	1,58	2,35	0,739
7	*Idem*	»	»	0,994	182,0	3,540	1,499	»	1,729	28,95	6,6	1,32	2,20	0,584
8	Gaillix	»	»	0,990	170,0	3,380	0,793	»	1,739	25,10	8,5	1,70	1,90	0,408

10	Scipiol	»	»	0,991	126,0	2,900	»	»	0,534	22,75	5,3	0,64	2,10	0,811
11	Maingon	»	»	0,995	142,0	3,450	0,793	»	2,335	22,65	7,5	1,70	2,05	0,813
12	Chanzeux	»	»	0,992	123,0	3,100	0,270	»	0,534	19,00	5,5	1,10	1,65	0,696
							Aude.							
13	Genestas	»	»	0,996	116,0	4,600	0,810	13,00	1,220	27,95	6,3	1,26	2,75	0,790
14	Sahuc	»	»	0,997	125,0	3,600	0,130	»	0,366	35,55	8,6	1,72	1,70	0,590
15	Marcelin	»	»	0,994	137,0	4,800	1,370	»	1,128	32,25	9,6	1,92	3,00	0,783
16	Jules Vic	»	»	1,002	121,0	5,700	0,990	»	0,658	27,50	8,5	1,75	3,90	0,676
17	Gary	»	»	0,998	93,0	4,030	1,370	»	0,470	22,80	6,5	1,30	2,50	0,629
18	Bernard	»	»	0,998	117,0	3,550	0,360	»	0,658	28,65	6,2	1,60	4,25	0,866
18	Tailhan	»	»	1,061	65,0	4,147	1,050	149,47	»	209,50	6,0	1,20	1,10	0,479
20	Pages	»	»	0,995	116,0	4,400	0,360	»	0,564	25,60	8,5	1,70	2,20	0,818
							Calvados.							
21	Lemoutier	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
22	Mercier	Cidre	»	1,016	36,5	3,541	0,262	25,81	»	60,00	2,8	0,16	3,30	1,613
							Charente.							
23	Mandinaud	»	»	0,997	110,0	4,400	0,220	»	1,645	28,15	9,0	1,80	1,90	0,735
24	*Idem*	»	»	0,992	111,0	3,800	0,130	»	0,366	16,06	8,0	1,60	1,00	0,522
25	Albenot	»	»	1,057	205,0	2,800	0,352	157,70	0,282	237,45	5,9	1,18	»	»
26	Bernardot	Eau-de-vie	»	0,904	120,0	0,443	0,255	»	»	»	8,4	1,68	»	»
27	*Idem*	»	»	0,995	100,5	4,570	1,234	»	0,470	22,80	3,7	0,74	2,20	0,747
28	*Idem*	»	»	0,996	99,0	3,200	1,280	»	0,141	24,10	5,0	1,52	1,60	0,571
29	Moreau	»	»	0,996	115,0	3,480	1,820	»	0,705	27,05	5,2	1,04	2,80	1,188
							Charente-Inférieure.							
30	Faireau	»	»	0,995	115,0	3,700	1,012	»	0,940	23,80	7,0	1,60	2,50	1,030
31	*Idem*	»	»	0,996	88,0	3,080	1,196	»	0,470	21,60	4,5	1,32	2,40	1,180

VINS FRANÇAIS.

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Alpes-Maritimes.										
1	Maxwell	»	»	0,999	61,0	4,991	0,088	»	0,705	16,45	3,8	0,76	1,90	0,783
2	*Idem*	»	»	0,996	209,0	4,807	0,355	4,08	0,090	44,90	10,4	2,28	4,75	2,194
3	Félix Vial	»	»	1,022	179,0	4,140	0,793	71,00	1,830	113,30	9,8	1,96	1,90	0,995
				Allier.										
4	Julier	»	»	»	»	»	«	.»	»	»	»	»	»	»
				Alpes (Basses-).										
5	Jaubert	»	»	0,994	118,0	4,600	0,220	»	0,752	26,20	8,2	1,64	3,15	1,044
				Ardèche.										
6	Audebert	»	«	0,996	137,0	4,140	1,058	»	5,720	26,25	7,8	1,58	2,35	0,739
7	*Idem*	»	»	0,994	182,0	3,540	1,499	»	1,729	28,95	6,6	1,32	2,20	0,584
[illegible]	[illegible]	»	»	0,999	179,0	3,380	0,793	»	1,730	25,10	8,5	1,70	1,90	0,408

10	Selpfol	»	»	0,991	126,0	2,900	»	»	0,534	22,75	5,3	0,64	2,10	0,811
11	Maingon	»	»	0,995	142,0	3,450	0,793	»	2,335	22,65	7,5	1,70	2,05	0,813
12	Chanzeux	»	»	0,992	123,0	3,100	0,270	»	0,534	19,00	5,5	1,10	1,65	0,696
						Aude.								
13	Genestus	»	»	0,996	116,0	4,600	0,810	13,00	1,220	27,95	6,3	1,26	2,75	0,790
14	Sahuc	»	»	0,997	125,0	3,600	0,130	»	0,366	35,55	8,6	1,72	1,70	0,590
15	Marcelin	»	»	0,994	137,0	4,800	1,370	»	1,128	32,25	9,6	1,92	3,00	0,783
16	Jules Vic	»	»	1,002	121,0	5,700	0,990	»	0,658	27,50	8,5	1,75	3,90	0,676
17	Gary	»	»	0,998	93,0	4,030	1,370	»	0,470	22,80	6,5	1,30	2,50	0,629
18	Bernard	»	»	0,998	117,0	3,550	0,360	»	0,658	28,65	6,2	1,60	4,25	0,866
18	Tailhan	»	»	1,061	65,0	4,147	1,050	149,47	»	209,50	6,0	1,20	1,10	0,479
20	Pages	»	»	0,995	116,0	4,400	0,360	»	0,564	25,60	8,5	1,70	2,20	0,818
						Calvados.								
21	Lemoutier	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
22	Mercier	Cidre	»	1,016	36,5	3,541	0,262	25,81	»	60,00	2,8	0,16	3,30	1,613
						Charente.								
23	Mandinaud	»	»	0,997	110,0	4,400	0,220	»	1,645	28,15	9,0	1,80	1,90	0,735
24	*Idem*	»	»	0,992	111,0	3,800	0,130	»	0,366	16,06	8,0	1,60	1,00	0,522
25	Albenot	»	»	1,057	205,0	2,800	0,352	157,70	0,282	237.45	5,9	1,18	»	»
26	Bernardot	Eau-de-vie	»	0,904	120,0	0,443	0,255	»	»	»	8,4	1,68	»	»
27	*Idem*	»	»	0,995	100,5	4,570	1,234	»	0,470	22,80	3,7	0,74	2,20	0,747
28	*Idem*	»	»	0,996	99,0	3,200	1,280	»	0,141	24,10	5,0	1,52	1,60	0,571
29	Moreau	»	»	0,996	115,0	3,480	1,820	»	0,705	27,05	5,2	1,04	2,80	1,188
						Charente-Inférieure.								
30	Faireau	»	»	0,995	115,0	3,700	1,012	»	0,940	23,80	7,0	1,60	2,50	1,030
31	*Idem*	»	»	0,996	88,0	3,080	1,196	»	0,470	21,60	4,5	1,32	2,40	1,180

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Charente-Inférieure (suite).										
32	Crochery.....	»	»	1,077	110,0	7,440	1,280	157,70	»	172,20	5,8	1,56	2,00	1,191
33	*Idem*.....	»	»	0,994	114,0	5,560	1,146	»	0,366	21,75	7,4	1,48	1,80	0,913
34	Riamé.....	»	»	0,998	107,0	5,780	2,116	»	0,658	35,30	5,0	1,44	2,50	0,997
35	*Idem*.....	»	»	0,991	133,0	3,600	1,196	»	»	23,35	9,1	1,82	1,65	0,717
36	Charpentier.....	»	»	0,994	125,0	5,330	1,012	»	0,094	33,80	9,3	1,86	1,55	0,774
37	Quinaud.....	»	»	0,993	125,0	3,950	0,176	»	0,752	24,85	7,9	1,58	1,95	1,056
38	*Idem*.....	»	»	0,993	141,0	4,200	0,276	»	0,658	»	8,8	1,96	2,00	1,076
39	Manseau.....	»	»	0,995	116,0	6,000	0,726	6,57	»	26,85	7,5	1,50	1,15	0,664
39 *bis*	*Idem*.....	»	»	0,995	122,5	6,430	1,004	12,50	»	32,35	8,9	1,78	1,10	0,684
				Ile-de-Ré.										
31	Brin.....	La Flotte.....	1875	0,993	132,0	5,420	1,380	Trace.	»	23,20	7,9	1,58	1,35	0,601
32	*Idem*.....	»	1877	0,995	97,0	4,560	0,368	»	0,658	21,00	6,2	1,24	2,65	0,873
				Corrèze.										
42	Bonneval.....	Cru de Billac.....	»	1,041	130,5	4,510	0,352	101,40	»	161,75	9,1	1,82	2,40	1,293
43	Salvan.....	»	»	1,006	113,0	3,840	0,276	33,80	»	50,30	7,9	1,58	2,80	0,885
44	*Idem*.....	»	»	0,997	107,0	4,410	1,146	»	0,846	26,00	6,5	1,30	1,65	0,735

46	Pompean	»	1876	0,994	138,0	2,800	0,441	»	0,382	28,70	7,0	1,02	1,85	0,747
47	*Idem*	»	1876	0,998	151,0	3,500	1,109	»	0,282	27,30	9,5	1,90	1,80	0,735
48	Taviera	»	1876	1,013	213,0	4,800	0,441	47,33	»	112,35	11,7	2,34	2,25	1,210
						Côte-d'Or.								
49	Thomas Bassot	Passe-tous-Grains	1877	0,995	128,5	4,100	1,411	»	0,283	27,50	9,6	1,92	1,85	0,783
50	*Idem*	Clos des Rochettes	1876	0,995	134,0	3,450	1,675	»	0,658	29,80	8,0	1,78	1,80	0,700
51	Bouchard	Beaume grève	1876	0,996	129,0	3,810	2,200	»	1,645	33,55	5,7	1,14	2,05	0,504
52	*Idem*	Chambertin	1865	0,995	132,0	3,600	0,920	»	1,410	29,15	10,0	2,18	1,75	0,578
53	*Idem*	Montrachet	1869	0,993	123,0	3,310	0,550	»	»	21,65	8,5	1,70	2,50	0,295
54	Bourgeois	Beaune-Theurons	1875	0,994	132,5	2,970	0,276	»	1,170	28,30	6,3	1,26	1,90	0,470
55	Labaume	Volney	1870	0,994	125,0	3,210	1,100	»	0,188	28,44	7,5	1,50	1,80	0,595
56	*Idem*	Clos des Bitcaux	1876	0,993	128,0	3,330	1,190	»	0,094	28,05	4,8	0,96	1,85	0,523
57	*Idem*	»	1874	0,994	140,0	3,427	1,234	»	0,940	28,35	5,8	1,16	2,20	0,121
58	Brunichaux	Clos du Roi-Nuits	1874	0,995	127,0	3,270	0,920	»	0,131	32,25	8,3	1,66	1,85	0,587
59	*Idem*	Champ de Perdrix-Nuits	1874	0,993	140,0	3,010	0,617	»	0,470	32,25	8,1	1,62	2,00	0,498
60	Capitaine Cagnerot	Ladoix	1870	0,991	119,0	4,474	1,940	»	1,292	29,35	7,5	1,50	1,90	0,285
61	Joanin Labussière	Beaune-Chassagne	1876	0,994	122,0	3,250	1,470	»	0,658	29,75	6,8	1,36	2,00	0,482
62	*Idem*	Montrachet-Demoiselle	1870	0,991	153,0	3,046	1,188	»	0,470	25,10	9,2	1,84	2,60	0,342
63	Gauthey Cadet	Corton	1874	0,994	137,5	3,284	0,793	»	»	32,15	10,1	2,02	2,60	0,216
64	Graffier et Édouard	Chambertin	»	0,997	121,0	3,700	1,280	»	0,846	30,45	9,2	1,84	2,00	0,566
65	Hautberg	Besune grève	»	0,994	127,0	3,120	1,560	»	»	28,30	4,1	0,82	1,90	0,535
66	Laboure	Gontard-Volnay	»	1,052	128,0	3,930	0,262	167,06	»	213,00	8,9	1,78	5,00	0,255
67	Louis Lavirotte	Volnay	1865	0,992	157,0	3,170	0,736	»	»	33,60	8,0	1,60	1,70	0,287
68	*Idem*	Clos du Roi-Beaune	1858	0,995	130,0	3,210	0,276	»	0,094	28,40	5,0	0,80	2,15	0,519
69	Marey	Nuits	1869	0,994	140,0	3,332	1,499	»	0,705	33,85	7,4	1,48	1,16	»
70	Poulet	*Idem*	1865	0,994	125,0	3,332	0,882	»	0,940	29,25	9,0	1,80	2,30	»
71	Montoy	Beaune	1865	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^4HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Côte-d'Or (suite).										
72	Marey Liger	Nuits	1869	0,995	139,0	3,740	0,368	»	1,700	32,00	5,7	1,14	1,80	0,360
73	Picard	Beaune	1868	0,993	139,0	3,470	0,368	»	»	28,40	9,6	1,92	1,50	0,499
74	Picard	Savigny	1870	0,994	134,0	3,310	0,736	»	0,846	25,90	7,5	2,00	2,10	0,731
75	*Idem*	Clos de Vougeot	1869	0,994	130,0	3,530	1,560	»	»	28,05	5,4	1,08	1,90	0,440
76	Milon Humbert	Nuits-Saint-Georges	1869	0,993	131,0	5,400	0,280	»	»	34,70	5,1	1,02	1,65	0,618
77	*Idem*	Chambertin	1850	0,994	150,0	3,880	0,376	»	0,470	32,35	8,4	1,68	1,70	0,519
78	Vincent	Vosne	1869	0,995	117,0	2,950	0,460	»	»	28,15	9,1	1,82	1,90	0,519
79	Charles Steer	Clos de Vougeot	1859	0,994	122,0	3,094	1,323	»	1,175	29,10	7,6	1,76	1,70	0,285
80	Morot-Michelot	Pommard	1869	0,995	122,5	3,570	2,381	»	1,175	28,85	6,2	1,84	1,80	0,262
81	Alexandre	Nuits ordinaire	»	0,996	102,5	4,569	1,058	»	0,705	23,75	4,8	0,96	1,70	0,250
82	Panarion	Clagny	1875	0,993	146,0	3,433	0,267	Trace.	0,235	32,60	10,0	2,00	1,70	0,510
83	De Vogüe	Musigny	1876	0,996	115,0	2,120	2,024	»	1,700	27,90	6,0	1,76	1,60	5,390
84	*Idem*	Bonnes-Mares	1870	0,993	126,5	2,856	1,323	»	1,057	27,00	6,0	1,76	1,50	0,250
85	Molin	Olivet-Morey	1868	0,994	140,0	3,248	0,534	»	0,235	31,90	8,0	1,60	2,45	0,865
86	Ernest Voillot	Bressandres	1865	0,994	137,0	3,550	0,276	»	1,600	28,40	8,0	1,60	1,85	0,520
87	Poissot	Vergetesses	1870	0,993	160,0	3,665	0,705	»	»	30,25	7,5	1,10	1,90	0,296
[illegible]	[illegible]	Maranonnets	1870	0,994	131,0	3,020	0,551	»	2,350	27,10	8,0	1,60	1,85	0,055

92	Dumoulin	Vergelesses	1870	0,995	139,0	3,798	0,460	»	2,330	30,25	8,2	0,94	2,15	0,573
93	Viennot	Les Pagets	1868	0,993	152,0	3,872	0,558	»	0,822	31,95	8,2	1,64	2,05	0,893
94	*Idem*	Clos-Arlot	1868	0,995	152,0	3,980	0,368	»	1,640	34,55	7,2	1,44	2,10	0,620
95	Laviolette-Rue	Tête-Beaune	1875	0,995	137,0	2,880	0,552	»	2,350	30,20	8,0	1,60	2,15	0,570
96	Léonce Boquet	Corton-Beaune	1874	0,995	150,9	3,600	0,184	»	1,400	35,70	7,4	1,48	2,15	0,490
97	Gauthey-Cadet	Chambertin	1876	0,993	126,0	3,160	0,644	»	»	29,35	6,3	1,26	2,00	0,595
98	Baillon-Royer	Échezeaux-Vougeot	1864	0,996	125,0	3,500	0,552	»	1,800	29,15	8,9	1,78	1,75	0,320
99	Tartoy	Pommard des Epeneaux	1846	0,995	122,0	3,120	0,368	»	0,047	25,75	5,4	1,08	1,65	0,547
100	Monge-Marey	Clos de Tarte	1874	0,997	127,0	3,500	0,368	»	»	32,45	6,6	1,32	1,95	0,487
101	*Idem*	Clos de la Roche	1874	0,995	123,5	3,670	0,697	»	0,537	28,65	7,9	1,58	1,75	0,380
102	*Idem*	Clos du Coteau	1874	0,996	123,5	3,480	0,651	»	1,175	31,00	7,1	1,42	2,50	0,680
103	*Idem*	Michebourg	1878	0,993	121,0	3,900	0,850	»	1,600	29,00	8,3	1,66	1,85	0,599
104	*Idem*	*Idem*	1869	0,994	123,5	3,190	1,767	»	0,940	28,50	7,3	1,46	1,70	0,464
105	*Idem*	Romanée	1845	0,995	115,0	3,770	0,465	Trace.	0,470	27,60	7,4	1,48	2,15	0,429
106	Paul Marey-Monge	Pommard	1874	0,995	132,0	3,380	0,465	»	0,705	29,75	7,9	1,58	2,25	0,417
107	Frédéric Magnier	Bonnes-Mares	1874	0,993	145,0	3,900	0,850	»	0,700	28,80	8,9	1,78	2,00	0,642
108	Regnault	Nuits	»	0,994	128,5	3,530	0,651	»	0,940	26,70	8,1	1,62	2,90	0,081
109	Marquis de Villefranche	Clos des Mares-d'Or	1874	0,995	111,7	3,190	1,767	»	0,940	23,40	7,2	1,44	1,70	0,452
210	*Idem*	*Idem*	1874	0,991	140,0	3,670	2,046	»	0,470	20,40	8,0	1,78	2,25	0,197
111	Chapitre de Chenove	*Idem*	1870	0,993	128,5	2,950	1,116	»	1,175	26,00	8,9	1,78	2,05	0,510
112	Audiffred	Musigny	1869	0,995	126,5	3,330	1,953	»	0,822	30,10	6,7	1,68	1,75	0,533
113	Chambolle	Bonnes-Mares	1858	0,997	101,0	4,010	1,953	»	0,940	28,55	7,8	1,56	1,75	0,512
114	Cœffard	Beaune (arrière-côte)	1876	0,985	89,0	5,890	2,670	»	0,940	23,50	7,0	1,58	1,20	0,470
115	Union des propriétaires	Clos de Tarte	1870	0,991	129,5	4,790	0,465	»	0,940	20,85	6,3	1,26	0,50	0,334
116	Docteur Dunoyer	Chenôve	»	0,995	115,0	3,820	0,837	»	0,822	30,65	10,4	2,08	2,00	0,220
117	Baron Thenard	Montrachet	1876	0,991	133,0	3,000	1,209	»	0,600	20,15	9,6	1,92	1,00	0,348
118	*Idem*	*Idem*	1869	0,991	140,0	3,000	1,069	Trace.	0,587	20,05	8,3	1,66	1,25	0,533
119	Follot	Echezeaux	1870	0,995	123,5	3,090	1,116	»	1,175	33,30	10,8	2,16	1,90	0,429
120	J. Fonfagny	Echallons	1877	0,991	128,0	5,200	1,390	Trace.	0,235	28,30	8,2	1,64	1,60	0,470

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO³ HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Côte-d'Or (suite).										
121	J. Fonfagny.....	Saint-Georges-de-Nuits.	1870	0,995	128,5	3,140	1,488	»	1,175	27,50	7.6	1,72	1,85	0,429
122	Paul Guillemot.....	Chambertin.....	1876	0,987	112,0	4,085	2,100	»	1,175	28,90	8,0	1,88	1,60	0,661
123	Gauvain.....	Charme-Chambertin...	1874	0,997	126,0	3,240	1,581	»	1,175	30,80	8,8	1,96	1,85	0,371
124	*Idem*.....	Latricières-Chambertin	1865	0,995	125,0	3,190	1,860	Trace.	1,057	28,40	8,1	1,62	1,65	0,487
125	Guillemot.....	Chambertin.....	1864	0,995	105,0	4,090	0,640	»	0,470	28,20	10,1	2,02	1,90	0,590
126	Jules Regnier.....	Clos blanc de Vougeot.	1870	0,990	135,0	4,500	1,950	Trace.	4,175	24,00	9,3	1,86	1,50	0,347
127	*Idem*.....	Vougeot-Clos-Regnier..	1874	0,995	137,0	3,040	1,023	»	0,705	29,50	9,4	1,88	2,75	0,081
128	Paul Grapin.....	Grand-Échezeaux.....	1873	0,991	125,0	3,300	0,420	»	0,500	32,00	9,4	1,88	1,85	0,674
129	Gros-Guénaud.....	Clos des Réas.....	1869	0,994	125,5	2,516	0,651	»	0,822	26,00	7,5	1,70	1,90	0,510
130	Symphorien Lhote....	Vosne-Romanée.....	1865	0,995	127,5	3,775	0,372	»	1,175	30,00	9,4	1,88	2,00	0,197
131	Nolche d'Aulnay.....	C.-Chambolle-Musigny.	1875	0,996	122,5	2,710	0,651	»	0,940	33,00	7,3	1,46	2.00	»
132	Odrion et Piot.....	Forêt Saint-Georges...	»	0,992	124,0	4,259	1,488	»	1,057	27,60	7,2	1,44	1,70	0,498
133	Charles Polack.....	Monthélie.....	1870	0,998	133,0	4,730	1,510	»	0,705	27,90	9,0	1,80	1,75	0,661
134	Paul Rastier.....	Gevrey-Chambertin...	»	0,994	133,0	3,194	0,465	»	1,175	30,65	9,7	1,94	2,55	0,614
135	Geisweiller et fils.....	Clos des Corvées.....	1869	0,994	142,0	3,872	1,674	»	0,940	26,95	9.6	1,92	1,65	0,139
136	Adolphe Masson.....	Clos des Mouches.....	1870	0,994	126,5	3,533	0,744	»	1,410	26,25	9,3	1,94	1.85	0,419
137	Henry Arnoux.....	Aloxe-Corton.....	1863	0,988	133,0	4,340	1,870	»	1,175	29,60	9,0	1,80	1,75	0,504

138	Picaud	Clos Picaud	»	0,997	97,5	3,242	0,651	»	0,940	23,75	6,8	1,36	2,00	0,730
						Deux-Sèvres.									
139	Garran de Balzan	Château-Avon	1877	0,994	130,5	2,807	1,209	Trace.	0,822	21,15	8,5	1,70	1,65	1,183
140	Gorry-Bouteau	Champ-Geloux	1876	0,986	104,0	6,300	2,310	»	1,175	25,40	7,7	1,74	1,75	0,752
						Dordogne.									
141	Meilhodon	Sorges	1854	0,998	100,5	4,210	1,720	»	0,175	56,60	6,9	1,38	2,60	0,986
142	*Idem*	*Idem*	1876	0,985	110,0	4,780	2.310	»	1,175	27,00	7,5	1,90	1,65	7,029
143	Doriac	Montravel	1877	0,985	110,0	5,330	2,940	Trace.	0,940	27,20	7,6	1,52	1,65	1,031
144	*Idem*	*Idem*	1872	0,997	111,0	4,017	1,116	»	1,292	23,85	6,0	2,00	2,75	1,032
145	*Idem*	*Idem*	1876	0,988	114,0	5,890	1,690	Trace.	0,470	24,30	6,0	1,76	1,15	0,549
146	*Idem*	*Idem*	1872	0,988	131,0	5,890	1,870	Trace.	1,175	27,70	7,8	1,70	1,75	0,627
147	Dulau d'Allemand	Ch. de Montarly	1877	0,998	106,0	5.469	1,767	»	0,505	25,95	7,4	1,48	2,25	1,090
148	De Madrage	*Idem*	1875	0,984	86,0	4,780	2,835	»	0,940	24,20	7,3	1,46	2,00	0,752
149	Dubesset	Féronie	1874	0,997	110,6	3,823	2,046	»	0,117	25,10	6,1	1,82	2,10	0,974
150	De Foucault	Ch. Bridoire	1874	0,993	175,0	3,049	1,395	4,00	1,057	35,00	9,0	1,80	2,80	1,299
151	Victor Reclus	Rouzade	1876	0,990	120,0	4,130	0,510	»	0,510	20,60	9,5	1,90	1,70	1,008
152	Brunet	Rauly	1861	0,094	112,0	4,210	0,765	258,17	0,510	333,40	7,8	1,76	4,10	2,433
153	*Idem*	*Idem*	1869	1,133	62,0	3,680	0,102	355,00	»	443,20	4,3	0,86	4,50	2,470
154	Chabrol	Châtenet	1870	0,994	97,0	4,330	1,280	»	1,175	23,80	6,6	1,92	2,40	1,030
155	*Idem*	*Idem*	1877	0,994	114,0	3,750	1,270	»	1,600	26,70	7,6	1,72	2,50	1,170
156	Élie Poumerol	Côte de Leytany	1875	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
157	Latournerie	Côte de Charroux	1876	0,993	117,0	3,600	1,270	»	0,700	25,20	7,0	1,40	1,85	0,976
158	De Bacalan	Ch. de Monbazillac	1869	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
159	*Idem*	*Idem*	1847	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
160	H. Despaigne	Monbazillac Côte fl.	1858	0,993	96,0	3,750	0,510	»	1,400	25,50	7,0	1,62	2,35	0,803
161	*Idem*	*Idem*	1870	0,993	128,0	4,100	1,190	»	1,600	28,80	8,6	1,72	2,00	1,006
162	Roques	Boudoires	1877	0,997	80,0	4,740	0,920	»	1,020	21,20	6,0	1,20	1,35	1,008

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Dordogne (suite).										
163	Docteur Madaillan....	Bergerac.....	1851	0,995	105,0	3,704	0,800	»	1,020	27,00	6,3	1,66	2,75	1,402
164	*Idem*.....	*Idem*.....	1864	0,994	131,0	4,470	0,850	»	0,700	32,50	8,2	2,04	2,75	0,899
165	Domenget.....	Lafourousse-Monbaz...	1847	1,066	107,0	4,167	0,530	137,23	1,275	237,10	7,4	1,48	1,90	1,380
166	*Idem*.....	*Idem*.....	1869	1,089	92,1	3,580	0,680	202,15	1,020	319,00	6,4	1,28	4,05	1,828
167	Boudault.....	Côtes de Bergerac....	1875	0,993	119,0	4,060	1,700	»	0,990	25,50	6,0	1,76	1,50	0,899
168	*Idem*.....	*Idem*.....	1865	0,993	122,0	4,820	1,650	»	0,587	28,00	6,0	1,78	2,15	0,770
169	*Idem*.....	Monbazillac.....	1869	1,118	90,0	3,230	1,191	339,90	6,020	370,00	6,3	1,26	4,40	0,838
170	Eysalet.....	Fouillarge.....	1877	0,995	89,0	3,670	1,700	Trace.	1,275	22,00	8,0	1,60	1,55	1,260
171	*Idem*.....	*Idem*.....	1875	0,993	96,0	5,463	0,620	»	1,020	17,80	6,9	1,38	1,90	0,990
172	Camille Gouzot.....	Monbazillac.....	1870	0,992	139,0	5,010	1,290	»	1,175	34,80	8,7	1,60	2,65	0,880
173	*Idem*.....	*Idem*.....	1876	0,994	126,0	2,350	1,300	Trace.	1,530	31,00	8,7	1,74	2,45	1,250
174	Malligne.....	Savignac-les-Églises...	1861	0,994	109,0	5,046	2,400	»	1,530	27,80	8,8	1,76	1,50	0,780
175	*Idem*.....	*Idem*.....	1873	0,994	116,0	4,770	1,780	»	1,275	22,30	8,3	1,66	1,00	0,710
176	Oscar Delcros.....	Pic-Marty.....	1876	0,994	119,0	3,980	1,950	»	1,785	28,80	8,0	1,60	1,90	1,060
177	*Idem*.....	*Idem*.....	1865	0,993	124,0	4,676	1,510	»	1,275	27,80	8,3	1,64	1,55	0,820
178	Lapervenche.....	Ribérac.....	1873	0,994	104,0	4,040	0,926	»	0,352	23,90	7,3	1,40	1,90	0,998
179	Théophile Brunet.....	Le Sotty.....	1875	0,993	105,0	3,700	1,110	»	0,949	27,00	8,8	1,76	2,00	1,030

183	*Idem*.....	*Idem*.....	1875	0,994	105,0	4,000	1,240	»	1,785	26,70	8,7	1,74	1,60	8,780
184	*Idem*.....	*Idem*.....	1873	0,994	113,0	4,000	2,100	»	1,530	26,00	8,7	1,74	1,65	0,840
						Drôme.								
185	Joseph Étienne.....	Château-Lanarge.....	1874	0,994	123,0	3,760	1,525	»	0,255	25,30	8,2	1,64	2,90	0,720
186	*Idem*.....	*Idem*.....	1848	0,988	150,0	4,861	0,530	»	1,020	20,30	9,3	1,86	2,40	1,260
187	Aubert.....	Mauves.....	1876	0,985	106,0	4,120	1,510	»	1,275	27,00	8,6	1,72	2,40	0,549
188	Pradon.....	Saint-Barthélemy.....	»	0,997	95,0	3,760	1,525	»	1,275	31,50	6,8	1,31	2,40	0,820
189	*Idem*.....	*Idem*.....	»	0,966	103,0	4,537	1,780	»	0,745	29,40	7,2	1,44	2,35	0,780
						Marne.								
190	Hilion.....	Vincelles.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
191	*Idem*.....	*Idem*.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
						Finistère.								
192	Lacoste-Lapomeraie....	Cidre.....	1876	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
193	Roussin de Kéraval....	*Idem*.....	1876	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
						Eure.								
194	Quévilly fils.....	Beaumesnil.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
						Gard.								
195	Bouchet (Pierre).....	Saint-Gilles.....	1875	0,997	106,0	4,417	1,335	»	1,175	29,00	7,2	1,44	4,10	0,566
196	Bouchet (Pierre-Denis).	*Idem*.....	1872	0,996	137,0	5,170	1,610	Trace.	0,745	39,30	9,2	1,84	4,65	0,655
197	Taulier.....	Tavel par Roquemaure.	1864	0,991	135,0	5,170	1,970	»	0,510	29,80	9,4	1,80	1,50	0,794
						Gers.								
198	Darquier.....	Lectoure.....	1869	0,995	110,0	4,560	1,970	»	1,650	28,00	7,7	1,54	1,90	0,731
199	*Idem*.....	*Idem*.....	1875	0,995	108,0	9.510	2,240	»	1,530	25,50	7,8	1,56	2,15	0,970
200	Foliol-Duchaux.....	Eauges.....	1877	0,996	103,0	4,300	1,870	»	1,210	27,40	7,8	1,56	1,60	1,028

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gironde.										
201	(*Voir* la note de la page 37.)	Château-Lafitte-Pauillac	1869	0,996	109,0	3,650	1,520	»	1,150	30,50	6,9	1,98	2,15	0,887
202		*Idem*.....	1870	0,996	119,0	3,400	1,120	»	1,150	31,30	8,6	1,92	2,35	0,816
203		*Idem*.....	1874	0,996	100,0	3,500	0,800	»	0,580	28,00	7,0	1,40	2,65	0,935
204		*Idem*.....	1875	0,997	103,0	3,400	1,440	»	0,920	28,30	7,2	1,44	2,70	1,050
205		Rauzais-Seigla-Margaux	1869	0,996	118,0	3,602	0,249	»	0,940	30,80	7,1	1,98	2,20	0,904
206		*Idem*.....	1870	0,994	116,0	3,400	1,120	»	1,260	31,00	7,0	1,92	2,35	0,880
207		*Idem*.....	1874	0,995	117,0	4,030	0,800	»	0,340	28,3	9,2	1,84	2,70	0,960
208		*Idem*.....	1875	0,996	166,0	3,900	0,723	»	2,046	30,0	9,4	1,88	2,65	0,990
209		Malescot-Saint-Exupéry	1869	0,998	93,0	3,500	1,200	»	1,030	28,5	7,3	1,66	3,85	0,918
210		*Idem*.....	1870	0,998	112,0	3,800	1,040	Trace.	1,030	33,5	8,0	2,00	2,50	1,220
211		*Idem*.....	1874	0,996	98,0	3,500	1,520	»	0,470	27,8	8,3	1,66	2,50	0,990
212		*Idem*.....	1875	0,997	98,0	3,450	0,960	»	0,140	29,9	6,8	1,36	2,85	0,825
213		Ch.-Batailley-Pauillac.	1869	0,996	103,0	4,036	0,996	»	1,057	28,2	8,6	1,72	2,25	0,847
214		*Idem*.....	1870	0,994	119,0	3,500	0,543	Trace.	2,040	29,8	9,4	1,88	2,50	0,971
215		*Idem*.....	1874	0,995	114,0	4,130	1,769	»	0,690	35,8	8,0	1,60	2,35	0,790
216		*Idem*.....	1875	0,995	108,0	3,700	0,560	»	0,705	38,0	8,2	1,64	2,65	0,968

[illegible]	*Idem*	1877	0,997	110,0	4,300	0,542	»	1,785	28,0	7,8	1,76	2,50	0,857
221	Ch.-Bellevue-Pauillac	1869	0,995	107,5	4,371	1,513	»	1,175	28,0	8,6	1,92	2,00	0,821
222	*Idem*	1870	0,995	125,0	3,800	1,360	»	1,380	28,8	9,8	1,96	2,10	1,220
223	*Idem*	1874	0,993	108,0	3,800	1,520	»	0,940	25,0	7,6	1,52	2,40	0,968
224	*Idem*	1875	0,995	107,0	3,800	1,920	»	0,920	27,0	8,5	1,70	2,25	0,795
225	Léoville-las-Cases-St-Julien	1869	0,997	112,0	4,800	0,362	»	1,912	32,0	8,0	1,60	1,55	0,937
226	*Idem*	1870	0,994	124,0	3,900	0,800	»	0,940	33,7	8,7	1,70	2,50	0,803
227	*Idem*	1874	0,995	115,0	3,800	0,800	»	0,470	30,0	8,9	1,78	2,85	0,974
228	*Idem*	1875	0,996	111,0	3,800	0,362	»	1,912	30,3	9,3	1,86	2,65	1,062
229	Ch.-Lagrange-St-Julien	1869	0,994	116,0	3,500	0,362	»	2,040	30,5	9,0	1,96	2,10	1,050
230	*Idem*	1870	0,995	126,0	3,500	1,280	»	1,380	31,0	9,6	1,92	2,20	0,867
231	*Idem*	1874	0,995	108,0	3,600	0,452	»	1,912	27,8	8,3	1,66	2,40	1,085
232	*Idem*	1875	0,995	104,0	3,720	1,958	»	0,705	29,4	8,3	1,86	2,15	0,987
233	St-Pierre-St-Julien	1869	0,996	104,0	3,600	0,542	»	1,912	27,5	8,0	2,00	2,20	1,005
234	*Idem*	1870	0,996	109,0	3,600	1,100	»	0,140	29,0	8,2	1,64	2,45	0,726
235	*Idem*	1874	0,997	126,0	4,070	1,760	»	0,460	28,8	9,3	1,86	2,50	0,918
236	*Idem*	1875	0,997	106,0	3,200	0,723	»	2,147	27,5	8,4	1,68	2,25	0,981
237	Brown-Cantenac-Cantenac	1869	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
238	*Idem*	1870	0,994	111,0	3,500	0,480	»	0,140	29,5	8,7	1,74	2,08	0,880
239	*Idem*	1874	0,996	96,0	3,600	0,800	»	0,470	28,8	8,7	1,74	2,90	1,067
240	*Idem*	1875	0,996	95,0	3,600	0,800	»	0,940	27,8	7,9	1,58	2,60	1,067
241	Cru Anglades Cantenac	1869	0,995	110,0	3,000	0,452	»	2,147	30,0	8,7	1,96	2,52	1,017
242	*Idem*	1870	0,994	111,0	3,720	1,157	»	1,175	29,7	7,9	1,50	2,45	0,976
243	*Idem*	1874	0,995	105,0	4,074	1,690	»	1,020	26,8	8,0	1,60	2,42	1,125
244	*Idem*	1875	0,995	105,0	3,775	2,743	»	1,175	24,6	6,0	1,20	1,95	0,823
245	Clos d'Estournel-St-Est	1869	0,994	104,0	4,100	1,400	»	0,940	29,8	8,8	1,76	2,12	0,916
246	Montrose St-Estèphe	1870	0,995	105,0	3,330	1,690	»	1,020	26,0	7,4	1,48	2,07	1,011
247	*Idem*	1874	0,995	119,0	4,200	1,650	»	0,470	27,5	8,0	1,60	2,43	0,810

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gironde (suite).										
248	(*Voir* la note de la page 37.)	Montrose St-Estèphe .	1875	0,995	102,0	4,300	1,110	»	0,235	27,8	6,7	1,34	2,00	0,916
249		Calon-Ségur St-Estèphe	1869	0,996	101,0	3,906	2,047	»	0,470	29,2	7,7	1,94	2,32	1.000
250		*Idem*	1870	0,995	105,0	3,906	1,780	»	0,940	28,4	7,7	1,74	2,10	0,821
251		*Idem*	1874	0,999	105,0	4,141	1,560	»	1,183	31,4	7,8	1,56	2,00	0,572
252		*Idem*	1875	0,995	103,0	3,600	0,542	»	2,167	26,5	8,0	1,60	2,53	1,027
253		Ch.-Ségur St-Estèphe.	1869	0,995	101,5	4,166	0,415	»	1,057	29,9	7,4	1,88	2,26	0,728
254		*Idem*	1870	0,996	111,0	4,166	0,332	»	0,705	31,7	8,7	2,00	2,40	0,852
255		*Idem*.....	1874	0,997	110,0	4,302	0,460	Trace.	0,235	27,0	8,5	1,90	2,92	0,611
256		*Idem*.....	1875	0,997	105,0	3,712	0,534	»	0,235	29,1	7,2	1,44	2,50	1,100
257		Château-Latour Carnet-St-Laurent.....	1869	0,996	104,5	3,665	0,534	»	0,705	26,7	7,0	1,98	1,95	1,021
258		*Idem*	1870	0,994	120,0	3,990	1,910	»	1,853	28,9	10.0	2,04	1,00	0,400
259		*Idem*.....	1874	0,996	102,0	3,680	2,368	»	0,705	30.8	7,5	1,51	2,40	0,816
260		*Idem*.....	1875	0,995	104,0	3,828	1,104	»	0,470	26,5	7,5	1,50	2 40	0,943
261		Chât.-Dauzac-Labarde.	1868	0,995	114,0	3,441	0,460	»	0,705	38,5	9,0	1,80	2,40	0,977
262		*Idem*.....	1869	0,994	114,0	3,346	0,644	»	0,705	38,1	8,0	1,60	2,25	0,874
263		*Idem*.....	1870	0,994	121,0	3,630	0,920	»	0,235	31,0	9,5	1,90	2,25	0,897

	Moulis	1865	0,998	112,0	4,910	1,410	»	1,853	32,5	8,8	1,76	1,50	0,614
266	*Idem*	1869	0,996	114,5	4,100	0,990	»	2,350	32,7	8,8	1,76	1,90	0,815
267	*Idem*	1870	0,995	117,0	3,624	0,595	»	1,410	31,3	9,1	1,82	2,00	0,890
268	*Idem*	1874	0,995	114,5	3,992	0,332	»	0,822	30,8	9,8	1,96	2,05	0,873
269	*Idem*	1875	0,996	116,0	3,619	0,801	»	0,470	29,4	7,3	1,46	2,65	1,098
270	Château Maucamps-Macau	1863	0,995	102,5	3,645	0,498	»	0,812	29,0	7,2	1,80	2,35	0,915
271	*Idem*	1864	0,996	104,5	3,491	0,765	»	0,940	26,7	8,0	1,60	2,15	»
272	*Idem*	1869	0,996	115,0	3,990	0,354	»	2,115	23,9	7,7	1,54	1,30	0,486
273	*Idem*	1870	0,996	108,0	4,206	1,012	»	0,940	29,8	9,2	1,34	2,75	0,977
274	*Idem*	1874	0,997	107,0	3,536	1,445	»	1,410	29,2	7,9	1,58	2,65	0,848
275	*Idem*	1875	0,997	104,5	3,712	0,623	»	0,705	28,4	7,3	1,46	2,05	0,910
276	Château-Villegeorges-Avensan	1869	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
277	*Idem*	1870	0,997	111,0	3,978	0,510	»	1,292	33,0	9,4	1,88	»	1,038
278	*Idem*	1874	0,994	128,5	3,340	0,712	»	0,705	29,5	7,4	1,48	2,00	0,843
279	*Idem*	1875	0,994	107,0	3,919	1,288	»	0,470	29,0	8,0	1,60	2,50	0,966
280	Cru Lemoine-Ludon	1869	0,994	107,0	3,441	0,828	»	0,705	18,3	7,6	1,52	2,90	1,058
281	*Idem*	1870	0,995	113,0	4,349	1,564	»	0,705	28,8	8,9	1,78	2,15	0,805
282	*Idem*	1874	0,995	126,0	3,359	2,920	»	1,292	33,2	8,8	1,96	2,40	0,784
283	*Idem*	1875	0,994	112,0	3,992	0,498	»	0,822	29,5	9,4	1,88	2,35	0,925
284	Grand Clapeau Olivier-Blanquefort	1864	0,996	107,0	3,871	0,920	»	0,705	30,0	8,7	1,74	2,75	1,230
285	*Idem*	1865	0,996	109,1	3,804	0,623	»	0,940	29,6	8,0	1,60	2,35	1,154
286	*Idem*	1869	0,994	107,5	4,253	0,166	»	1,175	29,5	8,8	1,96	1,85	0,915
287	*Idem*	1870	0,996	102,0	3,718	1,656	»	0,705	29,8	8,7	1,74	2,30	1,046
288	*Idem*	1874	0,997	107,0	3,712	1,246	»	0,470	28,4	7,1	1,42	2,40	1,187
289	*Idem*	1875	0,997	105,5	3,758	1,157	»	0,705	30,4	8,1	1,62	2,75	1,254
290	Grand-Soussans-Soussans	1869	0,996	108,0	3,801	1,190	»	1,410	29,7	9,4	1,88	2,00	0,890

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					co	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
		Gironde (suite).												
291	(*Voir* la note de la page 37.)	Grand Soussans-Soussans	1870	0,997	107,0	3,758	0,445	»	0,705	29,5	7,7	1,54	2,75	1,243
292		*Idem*	1874	0,995	126,0	3,819	0,249	»	0,940	29,0	9,0	1,80	2,45	0,873
293		*Idem*	1874	0,992	123,0	3,992	0,498	»	1,175	31,5	9,4	1,88	2,00	0,984
294		Château Victoria-Vertheuil	1869	0,994	117,0	3,433	1,335	»	0,470	27,2	7,6	1,52	1,75	0,932
295		*Idem*	1870	9,995	121,0	3,712	1,275	»	1,175	30,7	8,7	1,94	2,50	0,869
296		*Idem*	1874	0,993	127,5	4,774	1,245	»	0,587	32,3	8,2	2,04	1,75	0,655
297		*Idem*	1875	0,993	121,0	4,340	0,830	»	1,175	29,6	9,4	1,88	1,65	0,655
298		Château Hauterive-Lesparre	1869	0,996	108,9	3,757	1,275	»	1,645	29,3	8,9	1,78	2,25	0,985
299		*Idem*	1870	0,995	116,0	3,580	1,105	»	1,175	17,0	6,9	1,38	2,00	0,901
300		*Idem*	1874	0,996	106,0	3,359	»	»	1,645	38,3	7,6	1,55	2,00	1,038
301		*Idem*	1875	0,995	100,0	4,410	1,080	»	1,645	28,4	7,4	1,88	2,00	0,872
302		Château Delorme-St-Seurin de Sédourne	1869	0,995	157,5	4,560	1,760	Trace.	1,880	28,9	9,2	1,84	2,00	1,626
303		*Idem*	1870	0,995	111,0	4,500	1,360	»	1,645	31,5	7,8	1,56	0,00	0,713

306	*Idem*.....	1870	0,995	130,0	3,580	0,670	»	1,880	32,5	10,7	2,14	2,50	1,602
307	*Idem*.....	1874	0,995	103,4	4,161	0,838	»	1,410	28,5	9,3	1,86	2,00	1,050
308	Cru Monbalon-Pessac.	1869	0,995	105,3	4,580	2,170	»	1,410	26,3	8,2	1,64	1,90	0,658
309	*Idem*.....	1870	0,995	126,0	4,540	2,710	»	1,880	29,2	10,2	2,04	1,50	0,463
310	*Idem*.....	1874	0,995	103,0	4,060	0,904	»	2,350	27,0	7,7	1,74	2,40	0,783
311	*Idem*.....	1875	0,994	114,0	3,880	1,089	»	1,175	26,3	9,2	1,84	1,40	0,587
312	Château Rambouillet-Léognan.....	1869	0,995	111,0	5,020	0,765	»	1,645	31,0	8,2	1,60	1,80	0,591
313	*Idem*.....	1870	0,995	151,5	4,807	1,425	»	1,615	26,0	7,8	1,56	1,90	0,552
314	*Idem*.....	1874	0,996	113,0	3,671	0,754	»	2,085	27,7	9,2	1,84	2,30	0,854
315	*Idem*.....	1875	0,995	129,0	3,180	1,264	»	1,645	27,8	9,3	1,86	2,20	0,791
316	Château de France-Léognan.....	1869	0,996	99,4	4,450	1,845	»	1,615	28,6	8,1	1,60	2,00	0,623
317	*Idem*.....	1870	0,995	143,0	2,943	1,125	Trace.	2,115	31,0	9,8	1,96	1,70	0,259
318	*Idem*.....	1874	0,995	117,0	4,280	1,988	»	1,880	29,5	9,6	1,92	2,40	0,801
319	Cru Malartic-La-Gravière.....	1875	0,994	115,0	3,670	1,420	»	1,410	26,5	9,4	1,88	1,80	1,619
320	Magère des Cassignoles-Le Bret.....	1869	0,994	112,0	4,370	1,217	»	1,175	30,0	7,9	1,58	2,30	0,890
321	*Idem*.....	1874	0,995	115,0	4,540	1,600	»	1,880	30,5	9,4	2,08	1,80	1,626
322	*Idem*.....	1875	0,995	115,0	4,060	1,250	»	1,645	27,5	9,9	1,98	2,20	1,584
323	Cassignoles-Bichon....	1870	0,995	120,0	4,060	0,920	»	1,175	27,5	10,1	2,02	2,00	1,636
324	Château la Mission-Talence.....	1869	0,995	115,0	4,240	0,838	Trace.	1,645	27,5	9,4	1,88	2,00	1,673
325	*Idem*.....	1870	0,994	136,0	3,910	0,255	»	0,255	32,3	10,2	2,04	5,40	0,935
326	Cru Lafitte-Talence...	1873	0,995	124,0	3,760	1,531	»	0,255	29,2	8,5	1,70	2,05	1,008
327	*Idem*.....	1874	0,994	124,0	4,210	1,191	»	0,255	29,0	8,5	1,70	2,15	1,008
328	*Idem*.....	1875	0,996	117,0	4,080	1,365	»	0,255	29,3	8,7	1,74	2,00	1,032
329	Chât. Tieulon-Bruges..	1869	0,996	114,0	5,282	1,520	»	2,085	29,7	10,1	2,02	2,00	0,907

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^4HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gironde (suite).										
330	(*Voir* la note de la page 37.)	Chât. Tieulon-Bruges.	1870	0,995	106,0	4,430	1,365	»	0,255	27,7	8,7	1,74	2,00	1,032
331		*Idem*.....	1874	0,995	111,5	4,107	1,005	»	1,645	30,0	8,7	1,94	1,70	0,925
332		*Idem*.....	1875	0,995	176,0	4,326	1,840	»	1,800	28,7	9,2	1,84	1,70	0,694
333		Cru de Bourdelot-Mergnac.....	1865	0,995	119,0	4,600	1,240	»	1,900	31,9	8,3	1,66	1,80	0,575
334		*Idem*.....	1869	0,995	117,0	4,938	1,111	»	1,990	29,7	10,3	2,06	2,90	0,552
335		*Idem*.....	1870	0,995	135,0	4,195	1,680	»	2,085	33,2	9,4	1,90	2,20	0,575
336		*Idem*.....	1874	0,995	167,0	4,245	1,510	»	2,085	27,5	9,4	1,88	2,20	0,765
337		*Idem*.....	1875	0,995	115,0	4,764	2,530	Trace.	1,645	29,0	9,7	1,94	2,10	0,836
338		Cru Martelot-St-Mèdes D'Eyraux.....	1869	0,994	135,0	3,580	1,000	»	1,880	32,2	10,1	2,22	1,70	1,744
339		*Idem*.....	1870	0,993	133,0	3,778	1,005	»	1,645	31,7	10,2	2,04	2,00	0,801
340		*Idem*.....	1874	0,994	142,5	3,496	1,005	»	2,585	34,2	11,2	2,24	2,00	0,765
341		*Idem*.....	1875	0,995	114,3	3,980	0,838	»	1,645	29,4	9,9	1,98	1,70	0,729
342		Cru Cazin-Pomerol....	1869	0,996	125,0	3,700	1,400	»	1,057	33,0	9,0	1,66	2,30	1,485
343		*Idem*.....	1870	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

348	*Idem*.....	1870	0,994	131,0	4,892	1,527	»	1,645	31,7	10,1	1,94	1,80	0,509
349	*Idem*.....	1874	0,994	121,7	4,457	1,260	»	2,350	29,5	9,4	1,88	1,70	0,712
350	*Idem*.....	1875	0,995	114,0	3,986	1,341	»	2,350	24,9	8,8	1,76	1,70	0,510
351	**Château Beauséjour-St-Émilion**.....	1869	0,994	130,0	3,840	0,682	»	0,162	29,5	9,4	1,88	1,80	0,799
352	*Idem*.....	1870	0,994	140,0	3,500	0,204	»	1,250	30,1	9,5	1,90	1,60	0,831
353	*Idem*.....	1874	0,995	125,0	3,300	0,204	»	1,000	27,8	8,6	1,72	1,80	0,787
354	*Idem*.....	1875	0,995	125,0	3,500	0,279	»	1,250	28,8	8,7	1,74	1,40	0,535
355	**Cru Matineau-La-Madeleine**.....	1869	0,995	126,5	3,800	1,020	»	0,200	30,0	9,4	1,88	1,90	0,867
356	*Idem*.....	1870	0,995	139,0	3,800	0,204	»	1,250	33,0	10,6	2,12	1,80	0,633
357	*Idem*.....	1874	0,995	120,0	3,700	0,204	»	1,500	29,7	9,6	1,92	2,00	1,003
358	*Idem*.....	1875	0,995	124,0	3,800	0,341	»	1,500	29,5	8,7	1,74	1,50	0,901
359	**Cru Pelletan-St-Christophe des Berres**....	1869	0,994	128,0	3,400	0,136	»	1,250	28,5	9,4	1,88	2,00	0,978
360	*Idem*.....	1870	0,994	141,0	3,800	0,136	»	1,500	32,3	10,8	2,16	1,90	0,920
361	*Idem*.....	1874	0,994	101,0	3,400	0,136	»	1,250	29,3	9,6	1,92	1,90	0,990
362	*Idem*.....	1875	0,994	125,0	3,050	0,136	»	1,500	26,3	8,3	1,66	1,60	0,860
363	**Cru Barail du Corch-Lussac**.....	1869	0,994	108,0	4,070	0,927	»	1,175	31,3	8,2	1,84	1,50	0,758
364	*Idem*.....	1870	0,994	135,0	3,980	0,750	»	0,200	30,5	9,2	1,84	1,70	0,796
365	*Idem*.....	1874	0,995	105,0	3,550	0,818	»	0,200	24,9	7,0	1,40	1,70	1,088
366	*Idem*.....	1875	0,995	106,5	3,650	0,843	»	1,175	27,4	7,9	1,58	1,50	0,637
367	**Cru Pourret-St-Émilion**.....	1865	0,996	124,0	4,510	0,753	»	0,212	31,8	10,1	2,02	1,80	1,088
368	**Cru Belloy-St-Canon-St-Émilion**.....	1869	0,994	129,0	5,400	»	»	1,000	25,0	7,8	1,56	1,30	0,808
369	*Idem*.....	1870	0,993	140,0	4,252	1,180	»	1,510	30,5	10,6	2,12	1,80	0,564
370	*Idem*.....	1874	0,993	121,0	3,090	»	»	1,500	26,8	8,8	1,76	1,70	0,863

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gironde (suite).										
371	(*Voir* la note de la page 37.)	Cru Belloy-St-Canon-St-Émilion.....	1875	0,993	122,0	2,790	0,843	»	1,510	25,5	8,6	1,72	1,50	0,564
372		Cru Rigaud-Puisseguin	1870	0,994	128,0	4,290	0,506	»	1,175	29,5	7,0	1,60	1,50	0,637
373		*Idem*.....	1875	0,995	105,0	3,800	1,290	»	0,212	25,0	7,3	1,46	1,40	1,088
374		Cru Lamothe-St-Gervais	1869	0,996	95,0	4,130	0,886	»	0,212	29,0	7,7	1,94	1,70	1,088
375		*Idem*.....	1870	0,996	118,0	4,130	0,682	»	0,175	29,0	9,5	1,90	1,70	0,952
376		*Idem*.....	1874	0,995	111,5	4,020	0,818	»	0,200	26,1	8,6	1,72	1,70	0,901
377		*Idem*.....	1875	0,996	116,0	4,160	1,159	»	0,175	28,7	9,1	1,82	2,00	1,020
378		Château Noël-Ste-Luce-Blaye.....	1865	0,996	125,0	4,480	0,886	»	0,200	29,3	9,4	1,80	1,80	0.901
379		*Idem*.....	1870	0,996	133,0	3,980	0,545	»	0,200	29,7	10,4	2,08	1,70	0,901
380		*Idem*.....	1874	0,994	119,0	4,070	0,927	»	1,510	28,8	8,6	1,76	1,60	0,855
381		*Idem*.....	1875	0,995	111,0	4,450	0,936	»	1,410	27,0	7,9	1,60	1,80	0,957
382		Château de Cazelle-Cazelle.....	1870	0,995	102,0	4,940	0,765	»	1,410	24,8	8,6	1,72	1,50	0,802
383		*Idem*.....	1876	0,996	114,0	4,150	1,106	»	1,645	31,4	9,9	1,98	2,30	0,992

428	*Idem*.....	1874	0,995	103,0	5,240	0,999	»	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
429	*Idem*.....	1875	0,995	118,0	4,640	1,230	»	0,152	29,9	10,4	2,08	2,00	0,806
430	Mont Birou-Quinsac...	1870	0,993	124,5	4,200	1,150	»	1,750	28,1	8,9	1,78	1,70	0,901
431	*Idem*.....	1874	0,996	104,9	4,080	0,843	»	0,200	31,0	9,8	1,96	2,10	0,864
432	*Idem*.....	1875	0,996	113,9	4,080	0,537	»	0,250	27,8	9,0	1,80	2,00	0,760
433	Cru de Captao-Queyriès	1874	0,995	124,0	3,720	0,307	»	2,120	27,5	8,1	1,62	1,90	0,882
434	*Idem*.....	1875	0,996	99,0	3,720	1,370	»	0,152	24,1	7,9	1,58	1,90	0,825
435	Château Boulzac-Boulzac.....	1870	0,995	120,0	4,280	0,990	»	0,225	29,3	10,4	2,08	1,90	0,834
436	*Idem*.....	1874	0,993	118,0	3,720	0,920	»	0,225	27,0	9,6	1,92	2,90	0,883
437	*Idem*.....	1875	0,995	101,0	3,480	0,383	»	0,237	26,8	8,6	1,72	2,30	0,960
438	Domaine de l'Ermitage-Ladou.....	1870	0,995	118,0	4,000	0,154	»	0,275	25,2	10,1	2,02	2,00	1,036
439	*Idem*.....	1874	0,997	103,0	4,830	1,202	»	1,410	27,0	9,8	1,96	1,60	0,795
440	*Idem*.....	1875	0,996	95,0	4,830	1,002	»	1,057	26,50	9,0	1,96	2,00	0,856
441	C. Lagarette-Camblance	1846	0,994	115,0	4,360	0,767	»	0,125	25,80	8,3	1,66	1,70	0,902
442	*Idem*.....	1858	0,994	112,5	4,280	0,767	»	0,175	26,30	8,3	1,66	1,70	0,787
443	*Idem*.....	1859	0,996	108,0	4,440	0,611	»	0,175	26,70	8,1	1,62	2,20	0,921
444	*Idem*.....	1861	0,995	124,0	4,200	0,307	»	1,500	28,30	9,3	1,86	1,80	1,003
445	*Idem*.....	1864	0,995	119,5	4,000	0,307	»	1,620	26,00	8,8	1,76	1,90	0,990
446	*Idem*.....	1868	0,993	123,0	4,130	0,076	»	0,212	28,00	10,0	2,00	1,70	0,860
447	*Idem*.....	1869	0,995	118,0	4,360	0,460	»	0,147	28,00	10,0	2,00	1,60	0,820
448	*Idem*.....	1870	0,994	125,0	4,080	0,230	»	0,175	29,70	10,0	2,12	1,50	0,820
449	*Idem*.....	1874	0,995	113,0	3,800	0,231	»	1,750	28,00	8,8	1,76	2,00	1,055
450	*Idem*.....	1875	0,994	113,0	3,800	0,383	»	1,750	25,20	7,9	1,58	1,90	1,093
451	Cru Coutard-Bassens..	1869	0,995	110,0	4,720	0,831	»	»	29,10	9,2	1,84	2,50	0,464
452	*Idem*.....	1870	0,994	101,5	4,250	0,370	»	0,510	31,20	9,8	1,96	2,70	0,496
453	*Idem*.....	1874	0,994	106,0	4,050	0,907	»	0,765	25,50	7,5	1,50	2,30	0,593
454	*Idem*.....	1875	0,995	97,0	4,090	1,280	»	3,230	26,60	7,2	1,44	4,50	0,593

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gironde (suite).										
413	(*Voir* la note de la page 37.)	Chât. Jourdan-Rions-sur-Garonne.....	1870	0,995	123,0	5,244	0,868	»	1,615	32,3	8,6	1,72	2,20	1,065
414		*Idem*.....	1874	0,995	113,0	5,119	0,735	Trace.	0,880	28,3	10,2	2,04	1,70	0,823
415		*Idem*.....	1875	0,995	114,0	4,012	0,160	»	1,325	30.9	10,3	3,06	2,00	1,000
416		Domaine de Lauzac-Queyriès.....	1865	0,995	115,0	3,920	0,306	»	0,200	30,2	9,6	1,92	2,20	0,768
417		*Idem*.....	1868	0,995	113,5	3,920	0,230	»	0,200	30,1	8,9	1,78	1,80	1,036
418		*Idem*.....	1869	0,996	108,5	3,640	0,767	»	0,200	29,5	8,8	1,76	1,80	0,864
419		*Idem*.....	1870	0,996	113,0	4,000	0,231	»	2,000	34,0	9,4	1,80	1,90	0,709
420		*Idem*.....	1876	0,996	123,0	3,600	0,154	»	3,200	35,7	8,3	1,66	2,10	1,093
421		Château Lamothe-St-Sulpice d'Izon.....	1870	0,995	113,0	4,240	0,689	»	1,370	27,5	8,7	1,74	1,80	0,767
422		*Idem*.....	1875	0,995	116,0	4,480	0,154	»	1,750	28,7	9,3	1,86	1,80	0,787
423		Cru de l'Ermitage St-Sulpice-d'Izon.....	1869	0,995	119,0	4,120	0,154	»	3,000	31,0	10,1	2,02	2,20	1,036
424		*Idem*.....	1870	0,996	112,5	4,765	0,321	»	1,750	31,2	8,0	1,60	2,30	0,960
425		*Idem*.....	1874	0,996	106,5	3,800	0,767	»	0,175	29,2	9,8	1,96	2,30	1,056

428	*Idem*.....	1874	0,995	103,0	5,340	1,002	»	1,490	29,4	7,3	1,46	1,80	0,833
429	*Idem*.....	1875	0,995	118,0	4,640	1,230	»	0,152	29,9	10,4	2,08	2,00	0,806
430	Mont Biron-Quinsac...	1870	0,993	124,5	4,200	1,150	»	1,750	28,1	8,9	1,78	1,70	0,901
431	*Idem*.....	1874	0,996	104,9	4,080	0,843	»	0,200	31,0	9,8	1,96	2,10	0,864
432	*Idem*.....	1875	0,996	113,9	4,080	0,537	»	0,250	27,8	9,0	1,80	2,00	0,760
433	Cru de Captao-Queyriès	1874	0,995	124,0	3,720	0,307	»	2,120	27,5	8,1	1,62	1,90	0,882
434	*Idem*.....	1875	0,996	99,0	3,720	1,370	»	0,152	24,1	7,9	1,58	1,90	0,825
435	Château Boulzac-Boulzac.....	1870	0,995	120,0	4,280	0,990	»	0,225	29,3	10,4	2,08	1,90	0,834
436	*Idem*.....	1874	0,993	118,0	3,720	0,920	»	0,225	27,0	9,6	1,92	2,90	0,883
437	*Idem*.....	1875	0,995	101,0	3,480	0,383	»	0,237	26,8	8,6	1,72	2,30	0,960
438	Domaine de l'Ermitage-Ladou.....	1870	0,995	118,0	4,000	0,154	»	0,275	25,2	10,1	2,02	2,00	1,036
439	*Idem*.....	1874	0,997	103,0	4,830	1,202	»	1,410	27,0	9,8	1,96	1,60	0,795
440	*Idem*.....	1875	0,996	95,0	4,830	1,002	»	1,057	26,50	9,0	1,96	2,00	0,856
441	C. Lagarette-Camblance	1846	0,994	115,0	4,360	0,767	»	0,125	25,80	8,3	1,66	1,70	0,902
442	*Idem*.....	1858	0,994	112,5	4,280	0,767	»	0,175	26,30	8,3	1,66	1,70	0,787
443	*Idem*.....	1859	0,996	108,0	4,440	0,611	»	0,175	26,70	8,1	1,62	2,20	0,921
444	*Idem*.....	1861	0,995	124,0	4,200	0,307	»	1,500	28,30	9,3	1,86	1,80	1,003
445	*Idem*.....	1864	0,995	119,5	4,000	0,307	»	1,620	26,00	8,8	1,76	1,90	0,990
446	*Idem*.....	1868	0,993	123,0	4,130	0,076	»	0,212	28,00	10,0	2,00	1,70	0,860
447	*Idem*.....	1869	0,995	118,0	4,360	0,460	»	0,147	28,00	10,0	2,00	1,60	0,820
448	*Idem*.....	1870	0,994	125,0	4,080	0,230	»	0,175	29,70	10,0	2,12	1,50	0,820
449	*Idem*.....	1874	0,995	113,0	3,800	0,231	»	1,750	28,00	8,8	1,76	2,00	1,055
450	*Idem*.....	1875	0,994	113,0	3,800	0,383	»	1,750	25,20	7,9	1,58	1,90	1,093
451	Cru Coutard-Bassens..	1869	0,995	110,0	4,720	0,831	»	»	29,10	9,2	1,84	2,50	0,464
452	*Idem*.....	1870	0,994	101,5	4,250	0,370	»	0,510	31,20	9,8	1,96	2,70	0,496
453	*Idem*.....	1874	0,994	106,0	4,050	0,907	»	0,765	25,50	7,5	1,50	2,30	0,593
454	*Idem*.....	1875	0,995	97,0	4,090	1,280	»	3,230	26,60	7,2	1,44	4,50	0,593

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gironde (suite).										
455	(*Voir* la note de la page 37.)	Château Gassiès-Borie-Le Tressin.....	1869	0,995	101,5	4,900	0,831	»	2,800	26,50	7,4	1,48	2,80	0,604
456		*Idem*.....	1870	0,995	101,5	3,800	1,120	»	2,010	27,60	8,1	1,62	2,70	0,528
457		*Idem*.....	1875	0,995	122,0	3,345	3,787	»	1,122	33,30	10,4	2,08	2,50	0,986
458		*Idem*.....	1874	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
459		Château St-Clément-Monferrand	1869	0,997	112,5	4,716	2,330	»	1,785	34,00	9,6	1,92	2,75	1,040
460		*Idem*.....	1870	0,997	109,0	4,514	2,820	»	1,785	32,50	8,4	1,68	2,50	0,867
461		*Idem*.....	1874	0,996	106,0	3,600	0,750	»	1,760	29,50	7,0	1,40	2,70	0,561
462		*Idem*.....	1875	0,996	101,5	6,600	1,270	»	2,010	27,40	6,7	1,34	2,00	0,571
463		Chât. Laulay-Bassens..	1869	0,997	116,0	4,170	0,547	»	1,377	29,40	9,1	1,82	2,65	0,940
464		*Idem*.....	1870	0,998	93,0	4,680	2,170	Trace.	1,530	30,50	7,9	1,58	2,50	0,998
465		*Idem*.....	1874	0,995	102,0	4,940	1,814	»	2,885	33,00	7,1	1,43	2,50	1,150
466		*Idem*.....	1875	0,995	92,5	7,090	1,270	»	1,760	25,50	6,2	1,24	2,00	0,414
467	Léon Lafourcet.....	Ile Saint-Georges.....	1870	0,995	128,0	4,770	0,390	»	0,867	34,40	9,7	1,94	2,25	1,361
468	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	0,996	101,0	4,070	1,016	»	0,612	27,00	8,7	1,74	2,50	0,895
469		Cru de la Ducote-Cambe	1846	0,996	145,0	4,730	1,190	»	1,530	27,80	8,6	1,72	2,75	0,998

473	*Idem*.....	1870	0,998	97,0	4,600	0,500	»	3,010	»	»	»	3,50	0,500
474	*Idem*.....	1872	0,998	103,0	4,200	0,437	»	1,000	32,70	8,6	1,72	3,00	0,439
475	*Idem*.....	1874	0,997	108,0	3,135	1,209	»	2,885	34,00	10,0	2,10	3,00	1,060
476	*Idem*.....	1875	0,995	106,0	3,543	1,511	»	1,275	29,50	9,4	1,88	2,90	0,982
477	Chât. Conffins-Asques.	1869	0,995	111,0	3,363	1,823	»	1,530	23,00	7,0	1,76	2,20	0,947
478	*Idem*.....	1870	0,994	108,0	3,914	1,511	»	1,530	23,00	9,2	1,84	2,50	0,821
479	*Idem*.....	1874	0,992	117,0	3,477	2,267	»	1,530	29,30	10,2	2,04	2,10	0,831
480	*Idem*.....	1875	0,993	95,0	3,591	1,663	»	1,530	27,00	9,4	1,88	2,50	0,831
481	C. Pomarède-Langoiran	1869	0,996	108,0	5,370	2,721	»	1,785	24,50	9,7	1,94	3,00	1,422
482	*Idem*.....	1870	0,996	109,0	3,510	1,660	»	2,040	30,50	8,5	1,70	2,25	0,847
483	*Idem*.....	1876	0,995	108,0	3,410	1,051	»	1,785	25,00	7,7	1,54	2,25	1,218
484	C. de Cadarsac-Cadarsac	1869	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
485	*Idem*.....	1870	0,995	108,0	4,826	1,511	»	0,739	33,00	7,6	1,52	3,00	1,119
486	*Idem*.....	1874	0,996	156,5	3,950	1,016	»	1,122	31,05	10,5	2,10	2,50	1,250
487	*Idem*.....	1875	0,995	108,0	3,340	0,547	»	1,122	30,00	9,1	1,82	2,00	1,120
488	Chât. la Tour-Blanche-Sauterne.....	1874	1,053	127,0	4,200	0,161	129,90	»	234,30	8,8	1,76	3,40	1,513
489	Ch. Pereguey-Bommes.	1869	1,046	124,0	4,727	0,323	109,23	0,765	209,30	8,6	1,72	3,20	1,270
490	*Idem*.....	1874	1,051	140,0	4,640	0,488	142,00	0,765	232,80	9,8	1,96	2,85	1,467
491	C. Suduiraut-Preignac.	1864	1,023	143,0	4,977	0,323	66,04	»	134,30	10,0	2,00	2,90	0,958
492	*Idem*.....	1870	1,084	86,0	4,007	0,323	202,80	»	321,00	6,0	1,20	2,65	1,200
493	*Idem*.....	1874	1,043	141,0	4,420	0,488	109,23	0,500	202,30	9,8	1,96	3,20	1,440
494	Chât. Cautegris-Barsac.	1865	1,022	156,5	4,200	0,976	63,11	0,255	143,70	10,9	2,18	2,75	1,177
495	*Idem*.....	1869	1,027	137,0	4,007	0,728	76,70	0,255	163,70	9,5	1,90	2,70	1,120
496	C. Doisy-Vedrine-Barsac	1874	1,028	143,0	5,420	1,240	101,40	»	177,50	10,1	2,02	3,50	0,950
497	Cru Lamothe-Preignac.	1869	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
498	*Idem*.....	1874	1,049	140,0	4,809	1,772	118,30	0,255	225,40	9,8	1,96	3,50	1,312
499	C. des Rochers-Preignac	1869	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
500	*Idem*.....	1874	1,077	141,0	4,809	0,483	50,70	»	118,20	9,8	1,96	2,35	0,831

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gers.										
501	Filliol-Duclaux.....	Eauze.....	1877	0,990	134,0	4,906	0,256	»	»	22,40	9,8	1,96	1,80	0,724
502	*Idem*.....	*Idem*.....	1837	0,990	137,0	5,039	0,256	»	»	26,30	8,2	1,64	2,20	1,129
503	Cazaux.....	Monts de Bigorre.....	1876	0,995	132,5	3,080	1,690	Trace.	»	30,00	9,4	1,88	1,40	0,845
504	*Idem*.....	*Idem*.....	1873	0,995	116,0	4,080	1,641	»	»	24,20	8,9	1,78	1,20	0,450
505	Seillan.....	Côtes d'Artignes-Mirande.....	1868	0,998	161,0	4,550	1,910	10,80	»	33,50	10,2	2,24	1,50	0,725
				Haute-Garonne.										
506	Depons.....	Cru du chât. Villaudric	1876	0,993	121,0	4,250	2,900	»	1,530	32,30	8,5	1,70	2,40	1,092
507	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	0,994	145,0	4,230	0,621	»	1,122	32,00	8,0	1,60	3,00	1,357
508	Henri Pierre.....	*Idem*.....	1872	0,996	118,0	5,240	0,964	»	1,020	29,90	8,8	1,76	4,75	0,572
509	*Idem*.....	*Idem*.....	1875	0,996	125,0	2,950	1,860	»	1,375	28,30	9,2	1,84	1,80	0,683
510	Bénac.....	Saint-Elix.....	»	0,999	155,0	2,950	2,080	Trace.	»	41,30	9,9	1,98	4,45	0,815
511	Fabre.....	Villaudric.....	»	0,993	130,0	5,520	1,760	»	2,550	30,20	9,2	1,84	2,15	0,731
				Gers.										
512	Raymond-Lebbé.....	Daué.....	1873	0,995	120,0	4,330	0,735	»	1,510	28,80	9,30	1,86	1,50	0,653

516	Dilhan	Côtes du Gers	1877	0,993	77,0	4,030	1,490	»	1,275	11,40	3,50	0,70	1,40	0,298
517	Marquis de Cugnac	Ch. Leberon	1875	0,997	130,0	3,120	2,080	»	1,375	32,60	10,00	2,00	2,05	0,887
518	*Idem*	*Idem*	1874	0,997	125,0	3,080	2,880	»	1,645	29,80	9,14	1,82	1,65	0,535
519	Aylies	Ch. Nux, près Barran.	1876	0,995	116,0	4,810	1,240	»	2,040	31,40	7,67	1,53	2,00	0,903
520	*Idem*	*Idem*	1868	0,995	117,0	4,716	2,150	Trace.	2,040	34,00	8,94	1,78	1,90	0,785
521		C. Laurent-St-Étienne.	1872	0,995	135,0	3,460	0,390	»	0,847	35,50	9,45	1,89	2,50	1,540
522		*Idem*	1872	0,994	117,0	3,880	0,312	»	1,377	31,00	9,57	1,91	2,00	1,065
523	Syndicat de Cazaubon.	Bas Armagnac	1858	0,994	130,0	6,570	2,530	»	»	28,40	10,44	2,08	0,65	0,431
524	N° 7	*Idem*	1877	0,992	124,0	6,540	2,745	»	»	24,20	7,17	1,43	0,90	0,500
525	N° 8	*Idem*	1877	0,992	106,0	4,420	1,641	»	»	21,80	7,20	1,44	0,90	0,452
526	Fouraignan	Lectoure	1874	0,994	125,0	4,280	2,040	»	1,510	28,40	9,60	1,92	1,40	0,767
527	*Idem*	*Idem*	1870	0,995	155,0	4,410	2,040	14,40	»	42,90	10,85	2,17	0,85	0,449
528	Godin	Château d'Aux	1876	0,993	120,0	6,070	2,645	»	»	26,40	8,37	1,67	1,25	0,669
529	Gabarrot	Vic-Fezensac	1876	00997	130,0	2,950	2,940	»	0,470	29,70	9,17	1,43	1,65	0,535
					Hérault.									
530	Gaston Bazille	Méric	1877	0,997	131,0	5,060	2,725	»	1,530	26,20	9,7	1,34	2,75	0,342
531	Jacquez	Saint-Sauver	1876	0,997	173,5	5,910	2,260	Trace.	1,645	30,40	8,1	1,62	2,20	0,757
532	Allien	Saint-Georges	1876	0,995	121,0	4,640	1,760	»	1,275	28,50	8,4	1,76	1,90	0,719
533	*Idem*	*Idem*	1877	0,995	103,0	5,050	2,510	»	2,279	23,80	6,5	1,30	1,30	0,499
534	Langlade	Boujan	1877	1,004	93,0	7,370	2,425	»	3,290	39,20	5,9	1,18	4,00	0,606
535	François Vien	*Idem*	1877	1,000	94,0	5,950	1,670	»	2,749	30,00	6,3	1,86	2,80	0,441
536	Miquel	Saint-Chinian	1876	0,994	104,0	5,220	1,574	«	1,377	31,30	7,7	1,54	4,50	0,594
537	*Idem*	*Idem*	1874	0,998	103,0	4,350	1,960	»	2,110	26,80	7,1	1,42	3,50	0,443
538	Dardenne	*Idem*	1877	0,998	88,0	5,110	2,121	»	2,040	27,80	6,9	1,38	4,40	0,618
539	Siefren-Fabre	Nézignan-l'Évêque	»	0,997	99,0	4,610	2,828	»	2,295	29,50	7,0	1,40	2,00	0,616
540	Marès	Pinot	1864	0,996	152,0	4,670	2,474	»	1,530	36,50	9,1	1,82	2,20	0,464
541	De Bronve	Petite-Sira	1877	0,996	137,0	5,110	0,964	»	1,785	35,50	9,9	1,98	7,90	1,834

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^4HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Hérault (suite).										
542	Barrat.....	Aramon-le-Côteau.....	1877	0,996	82,0	5,060	2,740	»	1,785	25,10	7,5	1,50	5,25	0,757
543	Des Hours.....	Mézouls.....	1877	1,000	157,2	3,740	2,495	»	2,350	30,10	9,9	1,98	1,65	0,760
544	De Bronac.....	»	1872	0,995	146,0	4 540	0,700	3,10	2,230	36,30	7,8	1,56	2,30	1,140
545	Bergen aîné.....	»	1875	0,997	125,0	3,540	2,520	»	0,940	28,80	7,0	1,40	2,40	0,745
546	*Idem*.....	»	1877	0,997	98,0	4,350	1,910	»	2,232	24,80	5,4	1,68	3,00	0,486
547	*Idem*.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
548	Lenhart.....	»	»	0,995	120,0	4,270	1,250	»	1,122	36,00	8,4	1,69	2,75	0,852
549	*Idem*.....	»	»	0,993	104,0	3,630	1,190	»	2,115	22,00	5,2	1,04	2,80	0,200
550	Blouquier et Lenhart.	Rancio.....	»	1,052	217,0	3,714	0,838	167,00	Trace.	236,50	11,9	2,38	2,30	0,510
551	C. Gouzin.....	Malvoisie.....	1866	1,005	179,0	4,310	1,810	32,27	»	64,40	9,8	1,96	2,90	0,703
552	*Idem*.....	Madeire.....	1865	1,067	155,0	3,500	1,330	117,50	»	233,20	8,5	1,70	2,10	0,844
553	A. Bousquet.....	Vin de raisin pourri..	»	1,124	182,0	4,430	1,090	284,60	Trace	431,70	10,0	2,00	2,00	0,676
554	Bazille et Lenhart.....	Alicante doux.....	»	1,075	120,0	2,900	0,908	202,80	»	289,00	6,6	1,32	1,95	0,391
555	Grosfils.....	Alicante cuit.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
556	Léon Barral	Teinture.....	1876	0,993	144,5	4,680	0,256	Trace.	0,275	36,60	9,2	1,84	1,95	0,873
557	*Idem*.....	Clinton greffe sur rameau.....	1877	0,998	135,0	5,173	1,455	5,25	0,325	42,80	9,3	1,80	2,50	1,363

		doux	1870	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
606	*Idem*	*Idem*	1866	0,995	169,0	4,038	0,181	10,75	»	43,20	10,8	2,16	2,20	0,420
607	*Idem*	*Idem*	1848	1,062	212,0	5,900	0,362	176,20	0,135	270,50	9,2	1,84	5,20	1,176
							Indre.								
608	Société d'Issoudun	Genouillet	1877	0,994	91,0	4,060	0,362	»	»	18,20	8,2	1,64	0,70	0,420
609	*Idem*	*Idem*	1877	0,995	103,0	5,147	1,757	»	1,750	24,00	9,5	1,90	1,00	0,778
610	*Idem*	*Idem*	1877	0,998	94,0	7,620	0,837	Trace.	0,125	29,70	5,7	1,24	2,20	0,539
611	*Idem*	*Idem*	1869	0,995	126,0	4,710	0,588	»	2,500	26,00	10,0	2,10	1,00	0,785
612	*Idem*	*Idem*	1876	0,995	112,5	5,386	0,764	»	1,000	30,50	7,3	1,46	2,50	0,897
613	*Idem*	*Idem*	1876	0,994	101,0	5,218	0,256	»	»	24,90	7,9	1,58	1,90	0,894
614	*Idem*	Vin rosé	1877	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
							Indre-et-Loire.								
615	Sergent-Bailli	»	»	0,992	135,0	4,029	0,219	»	2,000	26,30	8,0	1,60	1,50	0,764
616	*Idem*	»	»	1,050	98,0	5,370	0,477	187,30	1,250	269,10	6,8	1,36	2,60	1,122
617	Dr Auxerre	»	1858	0,994	112,5	4,765	0,080	»	1,500	25,90	8,6	1,72	1,50	0,760
618	*Idem*	»	1870	0,994	114,0	4,347	0,080	»	2,000	26,80	8,1	1,62	1,20	0,760
619	Dr Cros	Saint-Maure	1870	0,995	122,2	4,389	0,080	»	1,870	28,80	9,2	1,84	1,20	0,940
620	*Idem*	*Idem*	1870	0,993	94,0	3,604	0,764	»	1,000	30,20	8,4	1,68	2,00	0,592
621	Voisine de la Fresnay.	Côte de la Sablière. Cep breton	1877	0,994	121,0	4,213	0,588	»	2,750	24,30	9,8	1,96	1,50	0,785
622	*Idem*	Cru Caux	1877	0,993	103,0	4,279	0,808	»	2,250	26,00	7,8	1,56	1,80	1,159
623	*Idem*	Cru breton	1865	0,995	103,0	4,557	0,367	»	2,500	25,00	7,6	1,52	1,50	0,692
624	Legavre	»	1874	0,994	103,0	4,229	0,458	»	2,000	24,80	8,0	2,00	2,00	1,146
625	Société d'agriculture	Blanc mousseux Tours.	1874	0,998	134,0	3,745	0,466	12,20	»	43,50	8,7	1,54	1,00	0,229
626	Leveillé	Au Grand-Présilly	1876	0,994	112,0	6,075	0,362	2,20	»	24,50	9,7	0,88	0,50	0,672
627	Achille Louès à Jouët.	Clos de l'Étang	1874	1,002	122,0	4,631	0,181	21,80	»	47,00	7,0	1,52	1,30	0,600
628	Bourdonnier	»	1877	0,999	134,0	6,662	0,481	»	1,750	24,90	7,6	2,10	1,40	1,080

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Hérault (suite).										
589	Roudigon.....	Aramon léger.....	1877	1,001	79,0	4,200	2,020	Trace.	1,645	23,20	5,9	1,18	3,45	0,618
590	*Idem*.....	*Idem*.....	1876	0,998	89,0	5,100	2,400	»	0,940	25,00	6,0	1,20	3,40	0,577
591	*Idem*.....	Aramon ordinaire.....	1876	0,997	130,0	3,760	2,490	»	1,762	32,40	8,4	1,68	3,45	0,485
592	Tindell.....	Muscat de Maraussan..	»	1,090	119,0	2,700	1,380	209,90	»	32,20	6,5	1,30	3,15	0,911
593	Guiraud père et fils...	Marseillan.....	1877	0,995	99,0	4,650	1,920	»	2,927	23,00	6,8	1,36	1,50	0,588
594	*Idem*.....	Piquepoul.....	1877	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
595	*Idem*.....	*Idem*.....	1870	0,994	147,0	4,920	2,450	8,10	Trace.	30,50	6,3	1,26	2,40	0,585
596	Barral.....	Muscat blanc extra....	»	1,066	137,0	6,100	1,010	157,00	»	257,80	9,5	1,90	2,35	0,864
597	Campanon Gachon....	Muscat de Frontignan.	»	1,065	137,0	4,100	1,380	157,00	»	259,00	9,5	1,90	2,20	0,966
598	Vaissade père et fils...	Pézénas.....	1877	0,998	92,0	5,480	2,600	»	2,279	23,90	6,4	1,28	2,50	0,441
599	*Idem*.....	*Idem*.....	1877	0,997	100,0	5,660	2,180	»	2,279	25,70	7,2	1,44	2,50	0,602
600	*Idem*.....	Morestel.....	1876	0,995	112,0	4,010	2,600	»	2,115	27,30	7,7	1,54	1,55	0,620
601	Léotard.....	Terret-Bourret.....	1875	1,132	96,0	6,725	0,271	355,00	Trace.	467,50	5,2	1,04	5,00	2,160
602	Teissonnière.	Piquepoul (fermentation arrêtée par l'acide salicylique)....	1877	1,080	98,0	3,524	0,613	233,50	2,250	279,00	5,3	1,06	2,00	0,986
[illegible]	*Idem*.....	Tokay.....	1868	1,179	[illegible]	3,480	0,271	473,30	0,135	585,00	5,3	1,06	4,30	1,280

		doux	1870	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
606	*Idem*	*Idem*	1860	0,995	169,0	4,038	0,181	10,75	»	43,20	10,8	3,16	2,30	0,400
607	*Idem*	*Idem*	1848	1,062	212,0	5,900	0,362	176,20	0,135	270,50	9,2	1,84	5,20	1,176
						Indre.									
608	Société d'Issoudun	Genouillet	1877	0,994	91,0	4,060	0,362	»	»	18,20	8,2	1,64	0,70	0,420
609	*Idem*	*Idem*	1877	0,995	103,0	5,147	1,757	»	1,750	24,00	9,5	1,90	1,00	0,778
610	*Idem*	*Idem*	1877	0,998	94,0	7,620	0,837	Trace.	0,125	29,70	5,7	1,24	2,20	0,539
611	*Idem*	*Idem*	1869	0,995	126,0	4,710	0,588	»	2,500	26,00	10,0	2,10	1,00	0,785
612	*Idem*	*Idem*	1876	0,995	112,5	5,386	0,764	»	1,000	30,50	7,3	1,46	2,50	0,897
613	*Idem*	*Idem*	1876	0,994	101,0	5,218	0,256	»	»	24,90	7,9	1,58	1,90	0,894
614	*Idem*	Vin rosé	1877	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
						Indre-et-Loire.									
615	Sergent-Bailli	»	»	0,992	135,0	4,029	0,219	»	2,000	26,30	8,0	1,60	1,50	0,764
616	*Idem*	»	»	1,050	98,0	5,370	0,477	187,30	1,250	269,10	6,8	1,36	2,60	1,122
617	Dr Auxerre	»	1858	0,994	112,5	4,765	0,080	»	1,500	25,90	8,6	1,72	1,50	0,760
618	*Idem*	»	1870	0,994	114,0	4,347	0,080	»	2,000	26,80	8,1	1,62	1,20	0,760
619	Dr Cros	Saint-Maure	1870	0,995	122,2	4,389	0,080	»	1,870	28,80	9,2	1,84	1,20	0,940
620	*Idem*	*Idem*	1870	0,993	94,0	3,604	0,764	»	1,000	30,20	8,4	1,68	2,00	0,592
621	Voisine de la Fresnay.	Côte de la Sablière. Cep breton	1877	0,994	121,0	4,213	0,588	»	2,750	24,30	9,8	1,96	1,50	0,785
622	*Idem*	Cru Caux	1877	0,993	103,0	4,279	0,808	»	2,250	26,00	7,8	1,56	1,80	1,159
623	*Idem*	Cru breton	1865	0,995	103,0	4,557	0,367	»	2,500	25,00	7,6	1,52	1,50	0,692
624	Legavre	»	1874	0,994	103,0	4,229	0,458	»	2,000	24,80	8,0	2,00	2,00	1,146
625	Société d'agriculture	Blanc mousseux Tours.	1874	0,998	134,0	3,745	0,466	12,20	»	43,50	8,7	1,54	1,00	0,229
626	Leveillé	Au Grand-Présilly	1876	0,994	112,0	6,075	0,362	2,20	»	24,50	9,7	0,88	0,50	0,672
627	Achille Louès à Jouët.	Clos de l'Étang	1874	1,002	122,0	4,631	0,181	21,80	»	47,00	7,0	1,52	1,30	0,600
628	Bourdonnier	»	1877	0,999	134,0	6,662	0,481	»	1,750	24,90	7,6	2,10	1,40	1,080

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Indre-et-Loire (suite).										
629	*Idem*.....	Montpouch.....	1861	0,993	133,0	4,752	0,262	»	»	21,50	10,5	1,66	1,30	0,436
630	Dumesnil.....	Jouch.....	1865	0,990	126,0	4,083	0,093	»	»	23,40	8,3	1,46	1,30	0,303
631	Ed. Connand.....	Chiran.....	1876	0,994	93,2	4,681	0,080	»	1,370	19,60	7,3	1,46	1,90	1,260
632	Rouillé-Courbe.....	»	1870	0,993	108,0	3,551	0,458	»	2,000	24,00	7,3	1,46	2,00	0,802
633	*Idem*.....	»	1876	0,995	103,0	3,511	0,993	»	2,000	25,50	7,3	1,34	2,00	0,840
634	*Idem*.....	»	1834	0,994	113,5	3,670	0,382	»	1,750	33,00	6,7	1,74	2,00	0,878
635	Vᵉ Nivet de St-Martin..	Jouch.....	1869	0,993	126,0	3,670	0,382	»	1,750	28,00	8,7	1,84	2,00	0,668
636	*Idem*.....	*Idem*.....	1873	0,994	108,0	3,590	0,458	»	2,000	27,00	9,2	1,72	2,00	0,706
637	Vincent.....	Saint-Avertin.....	1874	0,994	112,0	3,950	0,305	»	2,750	28,30	8,6	1,66	2,50	1,007
638	*Idem*....	*Idem*.....	1851	0,992	121,0	3,117	0,458	»	2,000	23,00	8,3	1,84	2,30	0,840
639	Martineau.....	Balland.....	1874	0,992	103,0	2,792	1,298	»	1,250	26,30	9,2	1,66	2,00	0,933
640	Comte Branicky.....	»	1875	0,994	106,2	3,845	0,160	»	1,620	24,50	8,3	1,72	1,80	1,080
641	Schneider.....	Chanceaux.....	1870	0,994	103,0	3,870	0,535	»	1,750	27,00	8,6	1,64	2,80	0,532
642	*Idem*.....	*Idem*.....	1877	0,996	93,2	4,598	0,080	»	»	26,50	8,2	1,40	1,70	1,160
643	Ferdinand-Raoul Duval	Marolles.....	1876	0,994	103,0	5,316	0,611	»	2,000	21,00	7,0	2,00	2,00	0,859
644	C. Coyleux.....	Bourgueil.....	1865	0,993	126,0	4,269	0,458	»	2,000	26,00	10,0	1,56	1,30	0,534
645	*Idem*.....	*Idem*.....	1834	0,995	117,0	3,260	0,534	»	1,750	24,80	7,8	1,46	1,80	0,233

649	Borcherot	»	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	»	99,80	9,1	1,70	2,00	0,816
650	Henry Doucet	»	1874	0,994	90,0	4,788	1,069	»	1,750	25,50	8,5	2,16	2,20	1,006
651	Boissonnot	»	1874	0,994	152,5	4,478	0,438	Trace.	0,050	55,00	10,8	1,12	3,00	1,258
652	C. Menard	»	1876	0,993	103,5	4,519	0,514	»	2,750	20,50	5,6	1,68	1,30	0,785
653	Nau-Douzillé	Mont-Louis	1874	0,994	103,5	3,944	0,514	»	2,750	25,50	8,4	1,48	2,00	0,692
654	Ripault-Pellangé	Fontbet	1874	0,993	108,0	3,611	0,224	»	2,500	22,50	7,4	1,52	1,80	0,673
655	Colliot	Cinq-Mars	1870	0,995	103,5	3,906	0,558	»	2,500	21,00	7,6	1,12	2,00	1,028
656	De Beauvent	Luynes	1876	0,996	94,0	5,520	0,186	»	0,200	19,50	5,6	1,60	3,90	1,378
657	Marquis de Quinemont	»	1870	0,995	94,0	4,269	1,298	»	1,750	25,00	8,0	2,00	2,00	0,896
658	*Idem*	»	1876	0,994	94,0	4,149	1,327	»	1,750	25,50	8,0	1,52	1,50	0,975
659	Campbel	Vouvray mousseux	1858	0,993	103,0	4,468	0,535	»	1,750	25,50	7,6	1,52	1,30	0,787
660	Eugène Mabille	Clos de Sourdes	»	0,996	130,0	4,398	0,262	Trace.	»	29,50	7,3	1,46	1,20	0,795
661	Dupuy	Roche-Corbon	1870	0,995	103,5	5,970	0,514	»	2,250	23,00	7,3	1,46	2,00	0,780
662	*Idem*	*Idem*	1846	1,030	83,0	2,001	0,350	78,88	»	124,00	5,8	1,16	2,20	0,981
663	Pinon	Vouvray	1874	1,060	98,0	5,136	0,613	131,80	2,000	218,00	6,8	1,36	3,50	1,343
664	Pelen du Cher	Fontenay	1864	1,020	120,0	2,346	0,350	71,00	»	107,20	8,4	1,68	1,40	0,610
665	Fernand Duval	»	1875	0,995	108,0	4,366	1,102	»	2,750	19,50	7,6	1,53	1,50	0,887
666	Paul Fleury	Carte-d'Or	1874	0,991	111,0	5,975	0,892	»	0,500	19,50	9,5	1,90	1,80	1,060
667	Guéthrot	Vouvray	»	1,034	141,0	2,560	0,350	109,23	»	151,00	9,8	1,96	1,00	0,675
			1870	0,994	103,0	4,309	1,146	»	1,750	27,80	6,3	1,26	1,50	0,537
						Isère.								
668	Uchet	La Robinette	1875	0,993	135,0	4,163	0,452	0,50	»	26,70	10,1	2,02	0,60	0,480
669	*Idem*	*Idem*	1870	0,993	111,0	3,996	2,827	»	0,500	23,00	9,7	1,94	2,00	1,004
670	*Idem*	*Idem*	1875	0,994	103,0	3,715	0,514	»	2,750	27,50	8,8	1,76	1,50	1,080
671	Rojon	Crucilleux mousseux	1874	1,028	125,5	2,622	0,525	88,75	»	130,50	6,9	1,38	1,00	0,414
						Landes.								
672	Dubio	Claverie	1876	0,993	102,0	4,780	0,181	»	»	18,40	6,5	1,30	1,30	0,600
673	*Idem*	*Idem*	1868	0,996	127,0	4,580	0,090	13,65	»	34,30	8,8	1,70	1,00	0,672

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Landes (suite).										
674	Napias.....	Chalosse.....	1861	0,996	126,0	4,825	0,735	»	2,750	26,50	8,8	1,70	2,00	1,040
675	*Idem*.....	*Idem*.....	1868	1,005	129,0	5,767	0,682	4,66	2,500	50,00	9,0	1,80	2,30	1,088
676	*Idem*.....	*Idem*.....	1832	1,015	107,0	5,625	1,023	80,00	2,350	184,00	5,8	1,20	2,50	1,277
677	Didelin.....	Pignerol.....	1870	0,991	144,0	3,818	0,795	«	1,250	32,50	10,0	2,00	1,80	0,594
				Loir-et-Cher.										
678	Buffereau.....	»	1870	0,992	83,0	4,151	1,041	»	1,000	18,50	5,3	1,00	1,00	0,837
679		Château de Prépatour.	1875	0,997	132,0	3,486	0,452	»	»	17,00	9,0	1,70	0,90	0,720
680		*Idem*.....	1867	0,995	127,0	4,378	0,954	»	2,000	20,00	7,4	1,40	2,00	0,697
681	Chapu.....	Clos de la Besnerie...	1877	0,993	93,0	4,656	2,753	»	1,000	23,00	6,5	1,20	1,50	0,874
682	Breton-Tessier.....	Vendôme.....	1876	0,993	113,5	4,848	1,025	»	»	20,00	7,8	1,50	0,60	0,400
				Cher.										
683	Michel Flachier.....	Côtes du Rhône.....	1869	0,990	128,0	3,316	1,419	»	1,000	25,00	8,3	1,60	2,00	0,837
684	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	1,005	157,0	3,884	0,137	39,44	»	78,40	8,6	1,70	1,00	0,840
685	*Idem*.....	*Idem*.....	1876	0,993	102,0	3,723	1,809	»	0,750	23,00	6,4	1,20	3,80	1,000
686		St-Mizier près Bourges.	1870	0,993	121,5	4,484	1,740	»	1,750	27,50	9,0	1,70	1,50	0,554

688	Vicomte Morteuil.....	Vin d'Auvergne.....	1876	0,990	92,0	3,987	0,500	»	2,250	21,00	5,0	0,90	1,80	0,595
689	Faure.....	»	1876	0,994	108,0	3,537	2,246	»	»	24,00	7,0	1,30	2,00	0,574
690	Robert Blanc.....	»	1876	0,994	101,0	4,623	1,190	»	0,250	27,80	7,1	1,40	1,30	0,558
691	Grenier.....	»	1876	0,994	92,0	5,240	1,413	»	1,000	24,50	6,0	1,30	3,00	0,669
692	Leblanc.....	»	1876	0,993	101,0	5,354	2,529	»	0,250	19,00	3,8	0,70	2,00	0,706
693	Tardif.....	Montpairoux.....	1877	9,997	99,0	5,048	0,186	»	0,200	25,80	6,0	»	1,20	0,877
						Loire-Inférieure.								
694	Polo.....	Muscadet.....	1860	0,990	118,0	3,187	0,409	»	1,250	22,00	8,0	1,50	3,00	0,765
695	*Idem*.....	La Caillerie.....	1870	0,993	128,0	5,044	2,752	»	1,510	33,00	10,0	1,90	1,30	0,744
696	*Idem*.....	*Idem*.....	1875	0,994	93,0	4,500	1,264	»	1,500	21,50	5,5	1,20	1,30	0,762
697		Cidre de Pierre Goutte.	1871	1,035	62,5	1,403	»	91,88	»	129,50	3,4	0,80	1,90	1,000
698		Cidre pur goutte mousseux.....	1876	1,034	65,0	2,787	»	64,21	»	112,00	3,9	0,80	1,50	1,000
						Loiret.								
699	Brouard-Legros.....	Saint-Jean-de-Praye...	1877	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
700	Pin-Hulin.....	»	1877	0,993	101,0	4,345	1,190	»	1,510	20,50	4,8	0,90	2,00	0,893
701	*Idem*.....	Aux Aides.....	1870	0,994	92,2	4,415	0,771	»	0,150	22,20	5,3	1,00	2,00	0,847
702	Brouard-Legros.....	Saint-Jean-de-Praye...	1876	0,993	97,5	3,478	0,771	»	0,150	22,20	6,8	1,40	1,70	0,980
703	*Idem*.....	Cru des Gauches, côtes de Bionne.....	1877	0,995	97,5	3,880	0,771	»	0,173	24,50	6,0	1,20	2,00	1,200
704		*Idem*.....	1876	0,995	95,0	4,660	1,008	»	1,250	23,00	5 0	»	1,80	0,869
705		*Idem*.....	1876	0,995	81,0	3,093	1,172	»	1,750	21,30	5,7	1,10	1,70	1,012
						Lot.								
706	Piady.....	Château Crezets.....	1877	0,992	120,0	3,380	0,252	»	2,000	24,20	7,2	1,20	1,80	0,967
707	*Idem*.....	Vin rogomme.....	1870	1,059	144,0	3,300	0,085	111,20	0,2 2	236,80	9,0	1,80	1,50	»
708	*Idem*.....	Vin blanc.....	1873	0,990	129,0	3,885	1,025	»	»	19,20	7,1	1,40	1,30	0,362

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Lot (suite).										
709	Piady...	Vin muscat.....	1865	1,066	92,0	1,992	0,372	195,00	»	157,00	6,0	1,20	2,50	0,320
710	Pagès du Port.....	Albas, côte du Lot....	1877	0,994	126,0	4,192	0,581	»	2,125	26,80	7,5	1,50	1,60	0,967
711	*Idem*.....	»	1872	0,994	105,0	5,352	0,913	»	2,000	25,50	6,3	1,20	1,50	0,767
712	Pélissié-Mirandol.....	Vin vieux.....	»	0,998	105,0	5,575	0,083	»	1,750	30,00	10,0	2,00	2,00	1,057
713	*Idem*.....	Vin de table.....	»	0,992	119,0	3,845	1,203	»	2,000	26,70	8,0	1,40	1,90	0,800
714	Marcoux.....	»	1872	0,994	101,0	4,472	0,160	0,50	1,500	30,50	7,1	1,40	2,00	0,962
715	De la Rousselle.....	Glanes.....	1870	0,992	119,0	4,890	0,335	»	1,750	27,50	9,0	1,90	2,20	1,057
716	*Idem*.....	*Idem*.....	1870	1,005	109,0	3,436	0,493	45,90	Trace.	72,80	11,0	2,20	1,50	0,480
717	Brugalières.....	Chambaud....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
718	*Idem*.....	*Idem*.....	1869	0,994	114,0	4,848	0,083	»	1,500	29,80	8,0	1,60	1,60	0,877
719	*Idem*.....	*Idem*.....	1825	0,994	107,0	4,556	0,161	»	0,750	26,70	9,0	1,70	1,80	0,920
720	Prudy.....	Vin très coloré.....	1877	1,002	135,0	4,556	0,080	25,20	1,875	60,80	7,4	1,40	1,50	0,709
721	Cambornac.....	Cahors.....	1808	0,996	107,0	5,183	0,080	»	0,050	33,20	7,0	1,40	1,76	0,709
722	Deloncle.....	Saint-Médard.....	1870	0,993	111,0	5,100	0,160	»	0,250	26,60	8,0	1,70	1,70	0,600
723	Calmon.....	Cahors.....	1874	0,993	118,0	4,347	0,722	»	1,250	28,00	8,3	1,80	1,30	0,600
724	Bouchard et fils.....	Verzé.....	1876	0,994	100,0	4,138	1,523	»	1,000	24,00	7,5	1,50	1,50	0,680
725	*Idem*.....	*Idem*.....	1875	0,995	118,0	4,898	1,523	»	2,000	24,20	7,0	1,60	1,00	0,600

774	*Idem*.....	*Idem*.....	1869	0,993	105,0	4,813	0,848	»	1,200	24,80	7,8	1,56	1,30	0,743
775	Paquier-Desvignes	Brouilly.....	1870	0,992	115,0	4,862	0,084	»	1,500	26,90	8,0	1,60	1,20	0,827
776	Groslon.....	Douby.....	1876	0,992	124,0	3,380	0,132	»	1,250	28,20	7,9	1,58	1,50	0,780
777	D'Eugène Émery.....	Brouilly.....	1874	0,991	119,0	5,304	0,778	»	1,620	22,40	7,7	1,74	1,20	0,593
778	*Idem*.....	*Idem*.....	1870	0,992	116,1	6,409	0,231	»	1,620	25,10	8,7	1,74	1,30	0,742
779	Abel Sauzey.....	Villié.....	1876	0,994	115,0	3,871	1,102	»	1,750	27,80	8,6	1,92	1,50	0,848
780	Place Talland.....	Saint-Lager.....	1874	0,992	105,0	4,862	0,593	»	1,200	23,00	7,4	1,48	1,00	0,615
781	J.-B. Plattel..... ..	Fleurye.....	1870	0,991	119,0	3,580	0,254	»	1,750	25,20	7,9	1,58	1,50	0,848
782	Saulaville-Méras.....	Lantigni.....	1874	0,991	124,0	3,536	0,848	»	1,750	24,80	8,7	1,74	1,90	0,890
783	Alfred Delafond.....	Bellevue.....	1876	0,995	122,0	4,594	0,913	»	2,000	27,80	8,2	1,84	1,70	0,630
784	Portier-Legendre.. ...	La Terrière.....	1877	0,993	131,0	4,549	0,334	»	2,000	29,30	10,0	2,00	1,50	0,967
785	*Idem*.....	*Idem*.....	1858	0,992	113,0	4,685	0,593	»	1,200	28,20	8,0	2,00	1,50	0,742
786	Mouton.....	Laplaigne.....	1874	0,991	146,0	3,702	1,162	»	2,250	24,40	7,3	1,46	1,50	0,540
787	*Idem*.....	*Idem*.....	1868	0,992	122,0	3,757	»	»	1,200	25,70	7,8	1,56	1,50	0,678
788	Victor Malachart.....	Regnié.....	1874	0,992	122,0	4,103	0,996	»	2,250	24,80	8,3	1,66	1 60	0,450
789	Jacques Trichard.....	La Roche.....	1875	0,990	133,0	3,468	0,583	»	1,750	25,20	8,0	1,60	1,50	0,657
790	Melimond.....	Brouilly..... ...	1877	0,994	117,0	4,316	0,132	Trace.	1,500	29,70	8,8	1,76	1,30	0,913
791	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	0,993	122,0	4,464	0,424	»	1,250	26,00	8,4	1,68	1,50	0,784
792	Verzier.....	Quincié.....	1876	0,994	113,0	4,464	0,424	»	1,200	26,50	7,7	1,54	1,00	0,764
793	Brouer.....	Tournu.....	1875	0,995	85,0	5,038	0,750	»	2,000	26,80	6,2	1,44	1,50	0,530
794	Broyer.....	Tourmis.....	1874	0,996	115,0	5,967	1,102	»	1,750	27,40	7,9	1,58	1,20	0,614
795	Albert de Surigny....	Champtout.....	1875	0,997	97,0	6,055	1,102	»	1,750	25,70	7,0	1,40	1,30	0,699
796	Marquis de Darbantane.....	Côte Saint-Jean.....	1861	0,995	104,0	5,834	1,251	»	1,000	29,90	6,6	1,92	1,00	0,699
797	*Idem*.....	Clos des Teppes.....	1874	0,995	90,0	5,215	1,441	»	1,250	27,10	6,4	1,24	1.80	0,678
798	Ville de Givry.....	Gamay des plaines....	1870	0,994	99,0	5,312	0,066	»	1,750	27,00	6,8	1,36	1,00	0,581
799	*Idem*.....	Gamay de côte.....	1865	0,996	98,0	6,630	0,678	»	1,750	32,80	7,0	1,40	1,00	0,699
800	*Idem*.....	Gamay de plaine.....	1877	0,993	105,0	5,509	1,251	»	1,250	24,10	7,2	1,44	1,30	0,678
801	*Idem*..... ...	Bois-Chevaux.....	1869	0,996	97,0	3,884	0,198	»	2,000	25,50	6,8	1,36	1,30	0,780

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Saône-et-Loire (suite).										
755	Jacques Charnay.....	Solutré.....	1874	0,993	129,0	3,784	0,744	»	»	24,50	7,6	1,52	1,30	0,160
756	Henri Piot.....	Château Pouilly.....	1877	0,992	139,0	3,784	0,838	»	»	21,60	9,8	1,96	1,20	0,210
757	Claude Barrat.....	Solutré.....	1874	0,994	126,0	3,885	1,125	»	»	24,30	8,3	1,66	1,20	0,278
758	François Gaillardon...	Pouilly.....	1875	0,991	127,0	3,585	0,543	»	»	20,40	9,0	1,80	0,80	0,720
759	Ferret.....	Morgon.....	1876	0,994	104,0	4,661	0,834	»	0,500	24,50	8,2	1,64	1,30	0,720
760	*Idem*.....	*Idem*.....	1870	0,993	114,0	4,460	1,079	»	1,625	26,50	9,0	1,80	1,80	0,697
761	Large.....	Fleurye.....	1871	0,993	114,0	4,058	1,494	»	1,675	26,30	8,3	1,66	2,00	0,697
762	*Idem*.....	*Idem*.....	1859	0,993	106,0	3,910	0,132	»	0,750	26,00	7,7	1,54	1,60	0,780
763	Desvignes.....	Clos du Rocher.....	1865	0,993	125,0	4,596	0,083	»	1,250	26,30	9,5	1,90	1,60	0,890
764	Crotte.....	Cru de Quarquelin....	1870	0,991	120,0	5,657	0,083	»	1,000	23,20	8,5	1,90	2,00	0,890
765	Muguet-Bonnet.....	Brouilly.....	1870	0,993	111,0	4.817	0,583	»	1,250	26,70	7,2	1,84	1,40	0,657
766	*Idem*.....	Thorins.....	1876	0,993	102,0	4,862	0,848	»	1,000	25,30	8,0	1,60	1,50	0,848
767	Portier.....	Moulin-à-Vent.....	1877	0,992	139,0	3,978	0,083	»	1,750	32,70	9,7	1,94	2,00	1,102
768	*Idem*.....	*Idem*.....	1876	0,993	120,0	3,403	0,678	Trace.	2,000	30,40	8,3	1,86	1,80	1,054
769	*Idem*.....	*Idem*.....	1870	0,993	124,0	3,580	0,084	»	1,250	27,10	9,2	1,84	1,70	1,054
770	Durieu.....	Lacarelle-Milly.....	1876	0,994	118,0	4,066	0,667	»	1,500	25,90	8,2	1,64	1,50	0,890
771	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	0,994	116,0	6,021	1,162	»	2,000	23,20	8,7	1,94	1,50	0,540

[illegible]	[illegible]	*Idem*	1869	0,993	105,0	4,813	0,848	»	1,200	24,80	7,8	1,50	1,30	0,742
775	Paquier-Desvignes	Brouilly	1870	0,991	115,0	4,863	0,084	»	1,500	26,90	8,0	1,60	1,20	0,827
776	Groslon	Douby	1876	0,992	134,0	3,380	0,132	»	1,250	28,20	7,9	1,58	1,50	0,780
777	D'Eugène Émery	Brouilly	1874	0,991	119,0	5,304	0,778	»	1,620	22,40	7,7	1,74	1,20	0,593
778	*Idem*	*Idem*	1870	0,992	116,1	6,409	0,231	»	1,620	25,10	8,7	1,74	1,30	0,742
779	Abel Sauzey	Villié	1876	0,994	115,0	3,871	1,102	»	1,750	27,80	8,6	1,92	1,50	0,848
780	Place Talland	Saint-Lager	1874	0,992	105,0	4,862	0,593	»	1,200	23,00	7,4	1,48	1,00	0,615
781	J.-B. Plattel	Fleurye	1870	0,991	119,0	3,580	0,254	»	1,750	25,20	7,9	1,58	1,50	0,848
782	Saulaville-Méras	Lantigni	1874	0,991	124,0	3,536	0,848	»	1,750	24,80	8,7	1,74	1,90	0,890
783	Alfred Delafond	Bellevue	1876	0,995	122,0	4,594	0,913	»	2,000	27,80	8,2	1,84	1,70	0,630
784	Portier-Legendre	La Terrière	1877	0,993	131,0	4,549	0,334	»	2,000	29,30	10,0	2,00	1,50	0,967
785	*Idem*	*Idem*	1858	0,992	113,0	4,685	0,593	»	1,200	28,20	8,0	2,00	1,50	0,742
786	Mouton	Laplaigne	1874	0,991	146,0	3,702	1,162	»	2,250	24,40	7,3	1,46	1,50	0,540
787	*Idem*	*Idem*	1868	0,992	122,0	3,757	»	»	1,200	25,70	7,8	1,56	1,50	0,678
788	Victor Malachart	Regnié	1874	0,992	122,0	4,103	0,996	»	2,250	24,80	8,3	1,66	1 60	0,450
789	Jacques Trichard	La Roche	1875	0,990	133,0	3,468	0,583	»	1,750	25,20	8,0	1,60	1,50	0,657
790	Melimond	Brouilly	1877	0,994	117,0	4,316	0,132	Trace.	1,500	29,70	8,8	1,76	1,30	0,913
791	*Idem*	*Idem*	1874	0,993	122,0	4,464	0,424	»	1,250	26,00	8,4	1,68	1,50	0,784
792	Verzier	Quincié	1876	0,994	113,0	4,464	0,424	»	1,200	26,50	7,7	1,54	1,00	0,764
793	Brouer	Tournu	1875	0,995	85,0	5,038	0,750	»	2,000	26,80	6,2	1,44	1,50	0,530
794	Broyer	Tourmis	1874	0,996	115,0	5,967	1,102	»	1,750	27,40	7,9	1,58	1,20	0,614
795	Albert de Surigny	Champtout	1875	0,997	97,0	6,055	1,102	»	1,750	25,70	7,0	1,40	1,30	0,699
796	Marquis de Darbantane	Côte Saint-Jean	1861	0,995	104,0	5,834	1,251	»	1,000	29,90	6,6	1,92	1,00	0,699
797	*Idem*	Clos des Teppes	1874	0,995	90,0	5,215	1,441	»	1,250	27,10	6,4	1,24	1.80	0,678
798	Ville de Givry	Gamay des plaines	1870	0,994	99,0	5,312	0,066	»	1,750	27,00	6,8	1,36	1,00	0,581
799	*Idem*	Gamay de côte	1865	0,996	98,0	6,630	0,678	»	1,750	32,80	7,0	1,40	1,00	0,699
800	*Idem*	Gamay de plaine	1877	0,993	105,0	5,509	1,251	»	1,250	24,10	7,2	1,44	1,30	0,678
801	*Idem*	Bois-Chevaux	1869	0,996	97,0	3,884	0,198	»	2,000	25,50	6,8	1,36	1,30	0,780

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Lot-et-Garonne.										
802		Château Lajouana.....	1871	0,992	129,0	2,720	1,525	»	2,000	27,00	8,3	1,66	2,80	1,328
803		»	1870	0,993	124,0	3,894	0,993	Trace.	1,500	32,80	8,7	1,74	2,80	1,168
804		Château Merle à Puimélan.....	1874	0,993	133,0	3,706	0,926	»	1,750	28,00	9,3	1,86	2,80	1,295
805		Côte Lamassas.....	1875	0,992	112,0	4,375	0,169	»	1,500	29,80	8,0	2,00	1,50	0,975
806		Saint-Arrican à Nérac..	1870	1,005	129,0	3,808	0,861	34,63	1,750	57,00	7,1	1,42	1,80	1,225
807		*Idem*.....	1868	0,993	112,0	5,304	0,084	3,20	2,000	31,03	9,2	1,84	1,30	0,869
808		*Idem*.....	1875	0,992	112,0	4,711	0,169	»	2,250	28,0	9,3	1,86	1,20	0,869
809		*Idem*.....	1870	1,005	137,0	5,220	0,181	33,08	»	65,5	9 5	1,90	0,50	0,253
810	Marcel Castarède.....	Côte Sempesserre.....	1877	0,995	101,5	5,712	0,794	»	2,870	23,8	6,1	1,43	2,50	1,228
811	Castaing.....	Bidon.....	1874	0,993	101,5	4,080	1,324	»	1,370	22,0	6,6	1,52	1,80	1,261
				Maine-et-Loire.										
812	Thoreau et fils.....	Ch. Lachèze.....	1865	0,994	102,0	3,842	1,125	»	0,750	25,0	6,2	1,64	2,00	1,195
813	*Idem*.....	*Idem*.....	1869	0,992	124,0	4,386	0,926	»	2,750	27,5	8,7	1,74	2,00	1,095
814	*Idem*.....	*Idem*.....	1870	0,991	111,7	4,430	0,684	»	1,000	22,4	7,2	1,44	1,00	0,752
815	*Idem*.....	*Idem*.....	1866	0,993	122,0	4,119	0,254	»	1,250	25,8	8,7	1,14	1,20	0,652

816	Manuel Royal.....	»	»	1,055	81,0	3,656	0,262	101,41	»	220,0	5,6	1,12	1,00	0,508
817		Verzenay mousseux...	»	1,034	96,0	3,382	0,242	105,18	»	253,0	5,3	1,04	1,90	0,487
818		Grand vin très sec....	1874	1,005	129,0	4,940	0,242	33,80	»	61,0	7,0	1,40	1,20	0,445
819		Fin Bouzy très sec....	»	1,047	96,0	4,615	0,242	129,90	»	193,4	5,2	1,04	1,00	0,551
820	Gustave Fagot.....	Rilly-la-Montagne.....	1876	0,993	103,5	3,350	0,169	»	1,000	22,1	7,9	1,58	1,50	0,962
821	*Idem*.....	»	1868	0,993	119,5	2,140	0,339	»	1,250	23,5	7,4	1,48	1,80	0,875
822	*Idem*.....	»	1874	0,994	112,5	3,226	0,169	»	1,500	23,0	8,2	1,64	1,30	0,427
823	*Idem*.....	»	1846	0,994	112,5	3,624	0,254	»	1,250	22,0	8,3	1,66	1,50	0,840
824	*Idem*.....	»	1861	0 995	103,0	3,447	0,254	»	1,000	24,3	7,5	1,70	1,30	0,997
825	*Idem*.....	»	1857	0,995	103,5	3,182	0,254	»	1,750	23,2	7,8	1,56	1,30	0,840
826	*Idem*.....	»	1865	0,993	126,0	3,580	0,254	»	1,750	27,0	8,8	1,96	1,80	1,032
827	*Idem*.....	Vin blanc tranquille..	1869	0,994	106,0	4,387	0,242	Trace.	»	20,3	6,0	1,80	1,00	0,551
828	*Idem*.....	»	1868	0,993	116,5	4,615	0,242	0,50	»	26,3	7,9	1,98	1.80	0,445
829	*Idem*.....	»	1865	0,990	137,0	3,656	0,262	»	»	21,5	7,0	1,40	1,00	0,445
						Meurthe-et-Moselle.								
830	Didelot.....	Mont-le-Vignoble.....	1868	0,992	110,0	3,480	0,181	»	»	18,0	6,4	1,28	1,30	0,618
831		Vin de paille.....	1870	0,992	127,5	3,910	2,052	»	1,000	23,3	8,8	1,76	1,90	1,062
832	Rollet.....	Thiaucourt.....	1868	0,992	117,5	3,713	0,169	»	1,500	23,8	8,2	1,64	1,80	0,840
833	*Idem*.....	*Idem*.....	1865	0,990	148,0	3,049	0,254	Trace.	1,750	27,5	9,2	1,84	1,30	0,735
						Nièvre.								
834	Faiseau-Laval.....	»	1876	0,995	108,0	5,300	0,596	»	2,000	25,5	7,7	1,50	1,80	0,700
835	Alphonse Guédant....	»	1876	0,994	99,0	3,456	0,186	»	»	17,4	7,0	1,48	0,90	0,630
836	*Idem*.....	»	1870	0,997	110,0	4,032	0,186	»	0,150	24,5	7,8	1,76	1 20	0,787
						Puy-de-Dôme.								
837	Bertrandon.....	Bourdouille.....	1876	0,994	103,0	4,117	0,397	»	1,500	21,8	6,8	1,56	1,80	0,913
838	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	0,993	95,0	4,454	2,648	»	1,000	19,2	6,7	1,34	2,00	1,112

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Basses-Pyrénées.										
839	Lacrouts	Vin de Jurançon	1870	0,999	115,0	4,980	0,331	15,55	1,500	47,2	8,2	1,84	1,3	0,780
840	*Idem*	»	1865	1,000	128,0	4,352	2,317	16,90	0,275	55,0	7,4	1,48	1,5	1.195
841	*Idem*	»	1870	1,008	145,0	5,976	1,525	35,50	»	76,0	10,1	2,02	0,8	0,312
842	*Idem*	»	1875	0,999	140,0	4,332	0,181	18,58	»	47,0	9,8	1,96	1,3	0,912
843	Rousseau	»	1864	0,992	133,0	5,372	2,118	»	1,000	31,0	9,3	1,86	3,0	1,228
844	Champagne	»	1869	1,013	140,0	6,170	1,267	47,33	»	91,9	9,8	1,96	1,3	0,792
845	Mézères-Lezons	Clos de Portoteni	1873	0,992	121,0	5,179	,264	»	1,750	31,8	9,7	1,94	1,5	0,780
846	*Idem*	*Idem*	1874	0,992	124,0	5,345	0,397	»	1,250	29,8	9,8	1,96	1,5	0,316
847	*Idem*	*Idem*	1875	0,994	124,0	5,378	0,132	»	2,750	35,0	9 4	1,88	1,8	1,029
				Pyrénées-Orientales.										
848	Sebe	Rancio	1871	0,996	210,0	5,478	0,181	6,31	Trace.	58,0	10,7	2,14	3,8	0,180
849	Numa	Grenache	1876	1,033	149,0	3,187	0,264	109,56	2,500	162,3	10,4	2,08	1,9	1,321
850	Joseph Sauvy	Vin rouge pour coupage	1876	0,996	134,0	3,187	0,132	6,10	2,500	41,0	11,0	2,20	5,8	1,035
851	*Idem*	Grenache	1876	1,058	141,0	2,400	0,186	173,55	Trace.	229,0	9,8	1,96	2,0	0,951
852	Jaubert	Vin rouge	1877	0,993	143,0	3,610	1,398	»	3,000	33,0	11,0	2,20	4,0	0,901
853	*Idem*	Grenache	1875	1,064	154,0	3,840	0,466	195,45	»	248,0	9,9	1,98	2,4	0,857

856	Salaman	Vin rouge ordinaire	1877	0,993	119,0	4,440	0,860	»	2,250	29,5	9,2	1,84	2,0	0,751
857	Alzille	Muscat	1873	1,141	94,0	4,944	0,186	390,50	»	501,0	6,5	1,30	3,4	1,390
858	Jean Carles	Vin rouge	1875	0,993	133,0	4,025	0,807	»	2,250	30,0	9,0	1,80	3,0	0,578
859	*Idem*	*Idem*	1876	0,992	143,0	3,901	0,484	»	2,250	27,0	8,4	1,68	3,0	0,595
860	Talairack	Vin de coupage	1877	0,995	143,0	3,212	1,506	»	2,000	36,6	6,0	1,20	4,0	0,799
861	*Idem*	Muscat	1869	1,076	134,0	2,938	0,558	260,33	»	296,8	7,3	1,46	2,6	0,138
862	*Idem*	*Idem*	1877	1,114	131,0	2,880	0,186	347,10	»	419,3	6,2	1,24	3,2	1,109
863	Cortarde-Buart	Collioure	1877	1,015	114,0	5,730	1,483	80,80	2,250	114,5	9,9	1,98	2,0	1,360
864	Talairack	*Idem*	1870	1,124	100,0	3,585	0,090	284,00	Trace.	451,5	7,0	1,40	2,5	1,728
						Jura.								
865	Faton	Arbois	1874	0,992	143,0	5,610	0,484	»	1,500	24,5	8,8	1,76	1,5	0,546
866	Martin	*Idem*	1876	0,993	125,0	4,382	0,181	»	0,080	22,8	6,4	1,28	1,6	0,850
867	Gaudet	*Idem*	1865	0,994	126,0	3,696	0,271	»	0,150	24,0	8,0	1,60	1,4	0,429
868	Tournier	Salins	1874	0,995	118,0	5,411	1,432	»	2,750	30,0	10,7	2,14	2,8	0,799
869	Suffisant	*Idem*	1877	0,995	122,0	4,519	0,341	»	3,000	28,0	9,4	1,88	3,0	0,901
870	Devaux	Lons-le-Saulnier	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
871	Alex. Vincent	Poligny	1874	0,990	136,0	4,877	0,409	»	3,250	27,0	9,6	1,92	2,3	0,884
872	Vuillermé	*Idem*	1870	0,995	115,0	3,581	0,181	»	0,020	24,3	7,0	1,40	1,3	0,672
873	Baille	*Idem*	1868	0,991	125,0	5,010	1,458	»	1,250	23,5	6,2	1,24	1,8	0,629
874	Bertucat	Château-Châlons	1865	0,993	148,0	4,382	0,090	0,50	0,300	30,7	6,7	1,34	1,4	0,816
875	Crolet	Conliège	1877	0,996	94,0	5,270	3,525	Trace.	1,500	24,8	6,7	1,34	1,8	0,713
876	Perrot	*Idem*	1874	0,993	112,0	5,478	1,590	»	0,750	20,0	6,0	1,20	2,3	0,910
877	Gréa	Beaufort	1874	0,093	107,0	5,375	0,818	»	2,750	23,0	5,3	1,06	1,5	0,765
878	Martin	Arbois	1870	0,992	158,0	4,133	0,181	0,50	»	30,7	9,8	1,96	1,5	0,528
879	*Idem*	*Idem*	1865	0,992	148,0	3,685	0,090	»	»	26,7	7,6	1,52	0,9	0,792

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Rhône.										
880	Paret	Côte-Rôtie	1874	0,994	128,0	4,453	0,645	»	2,000	34,5	9,0	1,80	3,0	1,129
881	*Idem*	*Idem*	1870	0,993	124,0	5,253	0,699	»	1,750	30,5	7,3	1,46	2,0	0,646
882	*Idem*	*Idem*	1876	0,992	128,0	5,650	0,968	»	2,000	31,0	6,0	1,20	3,0	1,303
				Jura.										
883	Compagnon	Vin de paille, Salins	1840	1,043	141,0	4,656	0,271	123,30	»	182,0	5,9	1,18	3,2	0,163
884	Baille	Vin jaune, Poligny	1865	0,990	135,0	3,237	0,090	Trace.	»	27,5	9,8	1,96	1,0	0,672
885	Lachat	Vin de paille, Poligny.	1842	1,080	114,0	5,577	0,452	177,50	Trace.	303,0	7,9	1,58	3,1	1,848
886	Bary	Château-Châlons	1848	1,045	148,0	4,730	0,090	117,00	»	201,6	10,3	2,06	2,0	1,176
887	Bertucat	*Idem*	1865	1,034	148,0	4,082	0,090	107,93	»	158,9	10,3	2,06	1,8	1,152
888	Rémond	Beaufort	1868	0,992	141,0	3,408	0,271	»	»	19,0	6,0	1,20	1,1	0,590
				Haute-Savoie.										
889	Frangy	Vin rouge	1870	0,995	99,0	5,063	2,530	»	0,750	22,8	7,5	1,50	2,3	0,792
				Yonne.										
890	Renard	Chablis du Mont-de-Milieu	1868	0,993	120,0	3,237	0,362	»	»	19,8	5,6	1,12	1,1	0,912
891	*Idem*	Chablis Moutonne	1869	0,995	95,0	3,080	0,814	»	»	19,5	5,7	1,14	1,2	0,792

893	Cavaillier	Arques (cidre)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
894	Daniel Fourquot	Eu (cidre)	»	1,003	36,5	0,966	0,350	Trace.	»	16,7	1,8	0,36	1,0	0,566
							Tarn.								
895	Mercadier	Château de Linardier	1875	1,018	91,0	5,941	0,350	48,90	»	92,0	6,3	1,26	2,0	0,727
896	Azemar	Gaillac	1875	1,026	96,0	3,360	0,180	123,30	»	220,0	6,4	1,28	2,0	0,498
897	*Idem*	*Idem*	1870	0,995	112,5	5,187	1,190	»	0,500	36,5	8,0	1,60	3,0	0,910
							Tarn-et-Garonne.								
898	Duhard	Lamagistère	1874	0,995	103,0	3,818	0,794	»	1,000	26,5	8,6	1,72	3,5	1,207
899	*Idem*	Chât. de la Moussonne	1876	0,995	112,5	4,484	1,195	»	0,750	38,8	7,2	1,45	2,3	0,940
900	Pedro Goulard	Lavilledieu	1875	0,998	108,0	4,617	0,785	»	0,575	29,0	6,8	1,36	1,3	0,838
							Gironde.								
901	Fargues de Langon	Château Rieussec	1859	0,999	162,0	4,686	0,687	19,10	1,750	55,0	11,3	2,26	0,5	0,223
902	*Idem*	*Idem*	1869	1,060	117,5	4,224	0,186	135,20	»	231,6	8,2	1,64	2,3	1,281
902	*Idem*	*Idem*	1874	1,037	141,0	4,120	0,186	91,30	»	170,5	9,8	1,96	2,4	0,857
904	*Idem*	Cru Peyron	1874	1,034	112,5	4,176	0,186	81,40	»	147,1	7,8	1,56	2,6	1,351
905	*Idem*	Cru des Tuileries	1870	1,023	120,0	3,888	0,186	66,00	»	116,8	8,4	1,68	1,8	0,768
906	Cazevert	Cru Cazevert	1869	1,015	144,0	4,944	0,686	36,20	1,750	60,0	10,0	2,00	0,5	0,303
907	Leves	Cru de Sivadous	1869	1,017	142,0	3,985	0,486	75,00	2,000	107,0	9,9	1,98	0,5	0,459
908	*Idem*	*Idem*	1874	1,034	127,0	4,032	0,186	101,40	»	152,5	10,7	2,14	2,1	1,118
909	Rions	Château Jourdan	1869	0,992	167,0	3,600	0,186	0,50	»	32,0	11,8	2,36	1,1	0,815
910	*Idem*	*Idem*	1874	0,994	140,0	3,600	0,186	0,50	»	27,7	10,2	2,24	1,6	0,878
911	Tabanac	Pavillon de Margoton	1870	1,018	127,5	3,292	0,186	63,11	»	101,0	7,0	1,40	2,3	0,878
912	*Idem*	*Idem*	1873	0,998	150,0	4,120	0,186	6,40	»	40,2	10,5	2,10	2,1	0,582
913	*Idem*	Château Plassan	1869	1,000	144,0	3,888	0,186	16,10	»	51,3	7,9	1,58	1,4	0,206
914	*Idem*	*Idem*	1874	1,010	123,0	4,460	0,256	43,03	»	77,6	8,6	1,72	2,2	0,873
915	Podensac	Château Chavert	1869	1,020	140,0	3,984	0,186	61,73	»	113,6	9,8	1,96	2,8	1,421

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
				.	cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Gironde (suite).										
916	Podensac.....	Château Chavert.....	1874	1,005	152,0	6,273	2,743	23,55	2,000	55,0	10,3	2,06	1,8	0,885
917	Sainte-Croix-du-Mont.	Château Lamarque....	1865	1,018	129,0	4,944	0,186	57,82	»	105,0	9,0	1,80	3,2	0,608
918	*Idem*.....	*Idem*.....	1867	1,032	145,0	4,944	0,186	86,06	»	151,3	10,1	2,22	2,8	0,955
919	*Idem*.....	*Idem*.....	1870	1,014	139,0	4,656	0,271	49,26	»	94,2	9,7	1,94	3,0	0,744
920	*Idem*.....	Clos Vertheuil.....	1870	1,016	152,0	3,542	0,375	70,00	2,000	101,0	10,6	2,12	1,5	1,141
921	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	1,057	126,0	3,544	0,271	142,00	»	227,0	8,8	1,76	2,9	0,805
922	Cerons.....	Château Cerons Larouquey.....	1870	1,050	124,0	4,617	0,186	123,40	»	202,5	8,6	1,72	2,8	1,281
923	*Idem*.....	*Idem*.....	1876	1,052	147,0	4,907	0,656	150.30	2,750	207,0	10,2	2,24	1,8	0,439
924	Château-Lagranges....	Médoc.....	1871	0,997	109,0	3,985	1,030	»	2.250	25,0	8,6	1,72	1,8	0,665
925	Calon-Ségur.....	*Idem*.....	1871	0,995	102,0	3,616	0,562	»	2,250	27,0	7,3	1,86	1,5	0,838
926	Rauzais-Ségla.....	*Idem*.....	1873	0,995	122,0	3,726	0,656	»	2,750	27,0	9,3	1,86	1,8	0,815
927	Gruau-Laroze.....	*Idem*.....	1873	0,996	127,0	3,911	1,499	»	2,500	27,0	9,3	1,86	1,8	0,745
928		Château Beychevelle..	1873	0,995	129,0	3,911	1,780	»	2,250	27,0	9,6	1,92	1,8	0,287
929	Laurent.....	Ile Verte.....	1871	0,995	100,0	3,530	1,274	»	2,250	26,0	8,0	1,60	1,5	0,708
930	*Idem*.....	*Idem*.....	1873	0,997	85,0	3,569	0,271	»	2,000	26,0	7,3	1,46	1,0	0,849
931	*Idem*.....	*Idem*.....	1873	0,996	106,0	3,957	0,504	»	2,000	26,0	7,4	1,49	2,0	0,867

934	*Idem*	*Idem*	1873	0,994	99,0	3,811	0,339	»	1,500	25,7	7,0	1,40	2,0	0,932
								Var.						
935	Castillan	Sorgues	1877	0,995	127,0	3,423	1,274	»	2,250	29,0	10,0	2,00	3,5	0,513
936	Lacanore	Côte de Faron	1876	0,993	124,0	4,268	0,659	»	2,000	27,0	8,3	1,66	0,8	0,556
937	*Idem*	*Idem*	1877	0,994	124,0	3,453	0,504	»	2,250	28,0	8,6	1,72	0,8	0,495
938	Magnan	La Tour Sainte-Anne	1868	0,995	136,0	5,589	0,186	Trace.	0,175	30,0	9,8	1,96	1,8	1,002
939	*Idem*	*Idem*	1867	0,993	130,0	5,346	0,186	»	0,175	27,6	7,1	1,22	1,2	0,862
								Vienne.						
940	Doussaint	Martigny	1858	0,994	113,0	4,276	0,186	»	0,250	26,2	7,7	1,54	1,2	0,815
941	*Idem*	*Idem*	1875	0,994	101,0	3,936	0,186	»	»	29,0	7,1	1,42	0,8	0,769
942	*Idem*	*Idem*	1846	1,007	102,0	5,929	0,185	30,53	»	58,2	7,1	1,42	1,2	0,815
943	*Idem*	*Idem*	1877	0,995	100,0	3,880	0,776	»	2,750	24,0	7,3	1,46	1,0	0,814
944	*Idem*	*Idem*	1870	1,003	113,0	3,957	0,349	42,00	2,250	54,0	7,2	1,04	1,0	0,627
945	*Idem*	Château Messené	1876	0,995	113,0	4,578	1,041	»	2,000	25,0	7,3	1,46	1,0	0,527
946	Mérine	Clos de la Ronde	1870	0,996	147,0	4,538	1,218	»	2,000	31,0	9,0	1,80	1,5	0,652
947	Bertrand	Clos de la Haute-Payre	1877	0,996	114,0	3,264	0,559	8,57	»	27,4	7,9	1,58	1,4	0,511
948	*Idem*	Château Messené	1869	0,993	117,0	3,338	0,155	»	1,750	24,5	7,6	1,52	1,5	0,538
949	Duc des Cars	Clos de la Montamise	1865	0,992	132,0	3,552	0,271	»	»	19,2	6,3	1,26	1,5	0,628
950	Chevrier	Clos du Puy-Grenier	1877	0,997	102,0	5,005	0,186	5,68	»	27,0	7,0	1,53	1,5	0,559
951	De Croy	Bonneuil-Matours	1870	0,991	102,5	3,676	0,598	»	1,250	19,5	7,0	1,40	1,5	0,775
952	*Idem*	*Idem*	1875	0,991	117,0	3,628	0,588	»	3,500	20,5	6,6	1,32	2,0	0,906
953	Arbellot	Clos de Pons de Misère	1874	0,995	98,0	4,021	1,102	»	1,250	30,0	7,0	1,40	2,0	0,821
954	*Idem*	Clos du Chapitre	1877	0,995	81,0	5,980	0,674	»	4,200	22,0	6,0	1,40	2,0	0,355
								Yonne.						
955	Justinart	Chablis mousseux	»	1,034	109,0	3,793	0,262	101,52	»	146,8	7,6	1,52	2,0	0,392
956	Fèvre	Côte des Devoirs	1870	0,994	122,0	3,922	0,449	»	2,750	33,0	8,5	1,70	1,0	0,426

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Yonne (suite).										
952	Le Noble-Bourbon....	»	1875	0,994	102,0	4,229	0,144	»	2,250	25,0	7,5	1,70	1,5	0,504
958	*Idem*.....	»	1865	0,994	122,0	3,471	0,224	»	2,500	32,0	7,8	1,56	1,5	0,426
959	Boudart.....	Francy Palotte.....	1874	0,993	117,0	3,791	0,735	»	2,000	24,0	6,6	1,32	2,5	0,764
960	*Idem*.....	Francy Boudart.....	1865	0,991	149,0	4,059	0,588	»	2,500	28,0	10,0	2,00	3,0	0,515
961	*Idem*.....	Francy Palotte.....	1858	0,992	126,0	4,021	0,588	»	3,250	23,5	8,3	1,66	2,0	0,592
962	Textoris.....	Olivotte.....	1861	0,997	91,0	3,710	0,374	»	1,200	40,0	6,8	1,31	2,0	0,299
963	*Idem*.....	*Idem*.....	1865	0,996	102,0	3,868	0,735	»	2,250	37,0	7,2	1,45	2,5	0,592
984	Jolly-Plait.....	Maligny près Chablis..	1865	0,991	122,0	3,983	0,588	»	1,250	19,5	7,6	1,52	1,5	0,592
965	Armand Dumaresq....	Petit Quincy, Épineuil.	1868	0,995	102,5	3,868	1,837	»	2,000	24,0	7,8	1,56	2,0	0,496
966	François.....	Cru de Boucicault....	1874	0,997	122,0	3,750	0,449	»	2,500	31,0	8,6	1,73	3,0	0,758
967	*Idem*.....	*Idem*.....	1865	0,992	132,0	3,670	0,320	»	1,500	27,5	9,3	1,86	1,5	0,205
968	Bonneville-Duché.....	Côte Chaumont.....	1874	0,995	93,0	3,944	0,882	»	1,000	24,5	7,0	1,66	2,0	0,725
969	Barat Laviné.....	Joigny.....	1876	0,995	100,0	5,139	0,190	»	1,500	27,0	7,0	1,40	2,0	0,800
970	*Idem*.....	Côte Saint-Jacques...	1870	0,995	95,0	4,012	0,600	»	0,900	25,0	6,7	1,60	1,8	0,600
971	Guillaume Romain....	Côte de Charnier.....	1874	0,995	115,0	4,089	0,700	»	1,700	34,5	8,2	1,45	1,9	0,700
972	*Idem*.....	*Idem*.....	1877	0,995	101,5	4,060	0,735	»	3,500	25,0	7,3	1,46	2,0	0,592
973	Bourbault.....	Côte Saint-Jacques...	1876	0,973	97,5	4,473	2,572	»	2,500	24,5	7,6	1,52	3,0	non dosé

976	Picard	Saint-Julien-du-Sault	1872	0,994	102,0	5,506	1,273	»	2,250	30,0	7,1	1,43	2,0	0,467
977	*Idem*	*Idem*	1874	0,995	96,5	4,708	1,123	»	1,200	25,0	6,9	1,38	3,0	0,486
978	Bouvet	Côte Verger Martin	1870	0,993	110,0	3,970	1,220	»	0,900	26,0	7,7	1,55	2,0	0,500
							Seine.							
979	Guitard	Cidre	»	1,004	61,0	4,668	»	»	1,200	35,0	4,3	0,86	3,0	1,533
980	Acquart	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
981	Glissière	»	»	1,018	34,0	6,169	»	23,66	»	64,0	2,3	0,47	2,0	1,264
							Nord.							
982	Carpentier	Bière	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
983	Lecler	Bière brune de Lille	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
984	*Idem*	Bière grisette	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
985	Bustruelle	Douai	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
							Pas-de-Calais.							
986	Luglien Leroy	Bière	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
987	*Idem*	*Idem*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
988	Blanquet frères	*Idem*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
989	*Idem*	*Idem*	»	1,011	62,5	0,851	»	6,17	»	54,0	4,3	0,86	1,4	0,545
							Rhône.							
990	Vinkler	Bière de Lyon	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
							Seine.							
991	Bretaux	*Idem*	»	1,008	64,5	0,822	»	4,11	»	46,0	4,5	0,90	1,5	»
992	Lux et comp	Bière Salvador	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
993	Fanta	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
994	Pavard	Saint-Germain-en-Laye	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
995	*Idem*	Bière jeune	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN.										
				Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Bouches-du-Rhône.										
996	Velten	Pour l'exportation	»	1,011	62,5	0,851	»	6,17	»	54,0	4,3	0,86	1,4	0,545
				Savoie.										
997	Dolin	Vermout	1876	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
998	Comoz	*Idem*	»	1,016	159,0	»	»	82,2	»	103,3	»	»	1,9	0,590
				Bouches-du-Rhône.										
999	Noilly Prat	Vermout	»	1,008	180,0	»	»	48,9	»	84,6	»	»	1,3	0,769
1000	*Idem*	*Idem*	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
				Aude.										
	Louis Martin	Montrachet, près Lézignan	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		SÉRIE A.												
		Aramon	1877	0,999	75,0	6,432	1,398	»	0,100	23,7	4,2	0,84	2,9	0,535

Blanc de grenache....	1877	0,989	157,0	3,888	0,838	Trace.	»	20,3	8,1	1,02	0,6	0,675
Carignagne.....	1877	0,992	145,0	3,456	0,186	»	0,150	23,9	8,9	1,38	1,7	0,950
Rouge coupage.....	1877	0,995	130,0	4,224	1,025	»	0,140	29,0	8,0	1,60	3,4	0,662
Clairette.....	1877	0,989	155,0	2,880	1,304	2,0	»	19,3	6,8	1,36	1,0	0,675
Carignagne.....	1857	0,992	242,5	3,984	0,271	»	»	22,9	7,9	1,58	1,2	0,885
Terret noir.....	1877	0,992	125,0	3,552	0,273	»	»	17,7	6,9	1,39	1,7	1,328
Vin de coupage C.....	1876	0,995	142,5	4,224	1,118	2,0	0,165	30,2	8,9	1,78	3,2	0,202
Vin de coupage.....	1877	0,994	135,0	4,136	1,304	»	0,145	27,7	7,9	1,58	2,9	0,675
Série C.												
Carignagne égrappé rouge (*bis*).....	1877	0,992	135,0	3,600	0,279	Trace.	0,125	25,5	6,8	1,36	1,0	0,569
Carignagne fait en blanc	1877	0,992	135,0	4,176	»	»	Trace.	24,0	7,6	1,52	0,8	0,815
Rouge coupage.....	1869	0,999	140,0	4,767	»	2,55	0,175	43,5	10,0	2,40	5,5	0,768
Piquepoul sec (2 *bis*)..	»	0,989	135,0	2,160	»	Trace.	»	13,4	5,0	1,00	1,0	0,652
Terret gris.....	1877	0,991	115,0	3,408	»	»	»	17,7	6,1	1,22	1,5	0,722
Terret noir, égrappé rouge.....	1877	0,992	122,0	3,120	»	Trace.	0,150	19,5	6,1	1,22	1,4	0,815
Rouge coupage (1 *bis*).	1877	0,994	132,0	4,032	0,932	»	0,415	29,5	7,5	1,50	3,0	0,628
Carignagne pl. rapport.	1877	0,997	100,0	5,184	1,584	»	0,125	26,7	7,4	1,48	3,0	0,569
Rose de grenache.....	1877	0,987	152,0	2,496	0,932	»	»	18,7	7,0	1,40	1,4	0,699
Aramon et Carignagne.	»	0,997	92,0	3,360	1,491	»	0,415	25,4	6,4	1,28	3,2	0,536
Série M.												
Tokay....	1877	0,987	133,3	2,270	0,342	»	»	21,3	8,0	1,60	2,0	0,958
Malvoisie.....	1877	0,990	143,0	3,791	1,113	Trace.	»	20,0	7,6	1,32	2,0	0,703
Cépages isolés (blanc doux.....	»	0,991	152,0	5,218	2,745	4,37	»	34,3	11,0	2,56	1,5	0,809

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
		Aude (suite).												
		Piquepoul sec.....	»	0,987	145,0	2,230	0,171	»	»	13,0	6,5	1,10	1,3	0,660
		Rouge coupage, type Sigear.....	1877	0,999	148,0	7,671	2,311	»	0,100	31,5	10,2	2,44	1,3	0,745
		APPENDICE. — VINS NON EXPOSÉS.												
		Vin blanc (Alsace)...	»	0,998	91,0	2,74	2,96	»	»	20,1	6,0	»	2,6	»
		Vin rouge (*idem*).....	»	0,996	91,5	4,77	0,998	Trace.	»	26,5	5,8	1,56	2,7	1,907
		Vin blanc (*idem*).....	»	0,995	115,0	3,94	1,215	»	1,61	22,6	7,2	1,628	1,8	0,588
		Vin rouge (*idem*).....	»	0,998	90,0	4,25	1,701	»	1,84	23,8	5,4	1,48	2,0	0,994
		Vin rouge Loire.....	»	0,994	97,0	4,10	1,530	»	»	17,9	6,1	1,2	4,975	0,788
		Vin de St-Just-s.-Loire.	»	»	110,0	»	»	»	»	15,0	6,6	1,2	»	»
		Vin de Bayeu pr. Mâcon	»	»	110,5	»	»	»	»	18,0	6,5	1,1	»	»
		Vin de Rancio (Basses-Pyrénées).....	1868	1,045	168,0	3,50	»	144,0	»	186,2	11,7	2,8	5,35	1,300
		Vin de St-Just-s.-Loire.	»	0,995	106,0	4,84	2,378	»	1,380	25,5	7,2	1,44	1,9	0,799
		Idem.....	»	0,997	90,0	4,84	1,788	»	0,690	23,6	5,2	1,44	1,6	1,066
		[illegible]	[illegible]	0,995	91,5	3,94	2,464	»	1,610	22,5	6,0	1,20	2,0	0,791

PORTUGAL.

							Porto.							
21	Silva et Cosens.......	Vin de Porto.........	1844	1,002	192,5	2,056	0,340	43,03	»	74,0	11,4	2,68	2,0	0,981
25	Comp. do Alto Douro.	»	1877	1,014	176,0	3,658	0,266	74,73	0,325	108,0	9,6	1,92	2,0	1,266
28	Makenzie Drisens.....	»	1854	1,003	182,0	2,941	0,788	48,98	»	85,0	10,1	2,02	2,5	1,333
							Funchal.							
20	Leitad et fils.........	Vin de Madère.......	1877	0,996	148,0	4,114	0,340	0,50	0,275	38,3	11,5	2,30	2,5	0,893
30	Ornillas (Agostinho)..	»	1874	0,990	157,0	4,390	0,175	»	»	38,0	11,7	2,54	2,5	1,128
35	Welsh Brotess........	»	1870	0,993	165,0	3,951	0,613	»	0,050	32,5	11,3	2,26	3,5	0,607
							Vianna do Castals.							
2	Marino (M.-J.-G.).....	Vin vert Monsas......	»	0,995	99,0	5,530	0,266	»	»	23,5	7,8	1,56	2,9	1,057
4	Osorio (D.-M.-F.-F.)...	Vin sinte di Lima.....	»	0,998	79,0	6,779	1,420	»	0,175	24,8	6,8	1,36	2,2	1,478
5	Comm. departemental.	*Idem*................	»	0,991	185,7	4,251	0,262	Trace.	»	36,0	10,4	2,08	2,9	0,911
							Braga.							
7	Farial (J.-L.-J.).......	Vin sinte di Lima....	»	0,999	95,0	6,762	0,792	»	0,225	24,3	5,3	1,06	1,0	»
							Bragança.							
8	Costal (A.-J.-S.)......	Vin rouge...........	1877	0,997	103,0	5,765	0,263	»	0,125	30,0	7,3	1,26	2,5	1,128
16	Ferme Cesle..........	*Idem*................	»	0,993	117,0	3,380	0,613	»	0,075	29,0	8,7	1,74	2,5	1,128
							Castello-Branco.							
19	Cunkal (J.-M.)........	Vin rouge Fundas....	1877	0,990	148,0	4,336	1,137	Trace.	»	25,7	9,8	1,96	1,5	0,676
27	Pinhers (A.-J.).......	Vin rouge Sonamasso.	1874	1,000	216,0	4,153	0,340	24,48	1,000	76,2	11,8	2,36	2,6	1,351
36	Geraldes (M.-V.-S.)....	Vin blanc...........	1877	0,991	139,0	3,746	0,266	»	0,125	22,6	7,5	1,50	1,5	0,960

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^4HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Aveiro.										
10	Cardoso (J.-M.-A.)....	Vin blanc Anadia.....	1877	0,993	150,0	5,488	0,266	5,68	»	35,7	8,7	1,74	2,2	1,209
				Viseu.										
14	Paes et fils (F.-C.)....	Sernaneethe.....	»	0,991	128,0	4,774	0,266	»	0,500	17,8	7,0	1,40	2,0	1,232
				Santarem.										
28	Botetho (A.-C.).....	Santarem.....	1874	1,004	112,0	3,932	0,340	24,48	2,750	73,3	7,8	1,56	3,0	1,090
38	Carvatho (A.-Cu.).)....	Chamuscu.....	1876	0,990	101,0	3,731	0,613	»	»	34,0	7,0	2,20	3,3	0,760
39	Dr Jose Mello.....	Shomas.....	»	0,992	152,5	3,292	0,263	»	0,250	34,5	11,0	2,40	3,0	1,644
42	Gameiro Cardoso.....	Sorres Novas.....	1877	1,060	152,0	3,923	0,523	177,50	»	246,0	8,3	1,66	3,0	1,323
				Lisboa.										
11	Joad de Brito.....	Collares.....	»	0,995	125,0	4,252	0,262	Trace.	2,500	29,5	9,4	1,88	1,8	0,933
34	Vicomte Abrigada.....	Alemquer.....	1854	0,996	165,0	3,153	2,985	4,26	2,750	40,3	11,5	2,30	2,8	1,108
44	Comtesse Villa Real...	Oliveas.....	1851	0,995	160,0	3,931	0,262	Trace.	1,500	41,0	11,3	2,66	2,6	0,911

Portalegre.

40	Vicomte de Guedes...	Evora..............	»	0,991	165,0	5,434	0,240	»	0,125	39,3	11,5	2,50	3,5	1,606
43	Perdigao (J.-R.-D.)...	*Idem*..............	1873	0,995	170,0	4,892	0,262	Trace.	3,000	38,8	11,6	2,32	3,8	1,463
45	Peres Ramires........	*Idem*..............	1875	0,987	158,0	2,546	0,768	Trace.	»	23,0	9,6	1,52	2,0	0,585
		Faro.												
26	Miranda (A.-A.-L.)....	Faro..............	1872	1,020	179,0	4,829	0,613	74,73	»	134,0	10,5	2,50	3,0	1,237
29	Jeronimo Bivar.......	Lagos..............	»	0,999	176,0	4,153	0,340	16,13	1,500	59,5	10,3	2,46	1,8	0,915
		Malhada.												
»	»	Vinho tinto supérieur.	»	0,992	188,0	4,772	0,256	14,63	0,200	46,7	10,1	2,62	1,8	1,001

ESPAGNE.

Malaga.

A. Heredia..........	Moscatel............	1874	1,096	156,0	2,789	0,262	284,00	»	»	10,9	2,18	4,3	2,398
Idem..............	*Idem*..............	1868	1,092	158,2	3,154	0,262	236,66	»	»	10,0	2,20	5,0	2,267
Idem..............	*Idem*..............	1837	1,108	153,2	3,211	0,262	284,00	»	»	10,7	2,14	6,5	2,813
Idem..............	Malaga doux........	1875	1,084	162,5	4,844	0,262	236,66	»	»	10,3	2,26	6,3	1,983
Idem..............	*Idem*..............	1868	1,091	136,5	4,290	0,262	218,46	0,125	»	9,5	1,90	7,8	3,122
Idem..............	*Idem*..............	1847	1,089	146,0	4,336	0,252	236,66	0,175	»	9,0	1,80	7,5	2,453
Idem..............	*Idem*..............	1827	1,089	160,2	5,113	0,262	236,66	»	»	11,2	2,24	7,2	1,395
Idem..............	*Idem*..............	1817	1,090	151,0	4,251	0,262	218,66	0,175	»	10,5	2,10	9,2	2,332
Idem..............	*Idem*..............	1791	1,084	153,0	3,701	0,262	236,66	»	»	10,7	3,14	6,8	1,221
Idem..............	Pero Ximen.........	1874	1,025	205,5	3,930	0,262	83,53	»	»	10,3	2,46	6,0	1,221
Idem..............	*Idem*..............	1862	1,040	182,5	4,113	0,262	113,60	»	»	10,9	2,18	4,3	0,203
Idem..............	*Idem*..............	1843	1,025	193,0	3,154	0,262	88,75	»	»	10,6	2,12	5,0	1,133
Idem..............	Pajarete............	1874	1,051	171,5	3,080	0,525	94,66	»	»	12,0	2,40	5,8	2,454
Idem..............	*Idem*..............	1863	1,050	167,0	2,809	0,774	74,73	»	»	10,6	2,32	4,2	2,171

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Malaga (suite).										
	A. Heredia.....	Malaga blanc sec.....	1875	0,992	214,0	3,805	0,774	6,57	Trace.	24,5	10,7	2,34	5.5	1,698
	Idem.....	*Idem*.....	1867	0,992	219,0	3,398	0,875	11,93	»	52,0	10,0	2,40	6,5	1,194
	Idem.....	*Idem*.....	1853	0,993	233,0	5,073	0,797	21,84	»	58,3	10,8	2,56	6.3	1,824
	Idem.....	*Idem*.....	1837	0,994	219,0	4,756	1,137	16,51	»	59,2	10,0	2,40	4,3	1,998
	Idem.....	*Idem*.....	1800	0,994	221,5	4,199	0,350	3,94	»	55,3	10,2	2,44	3,7	1,357
	Idem.....	Tintillo de Malaga....	1874	1,081	170,0	3,336	0,262	236,66	»	»	10,9	2,38	4,3	1,700
	Idem.....	*Idem*.....	1862	1,096	175,0	3,747	0,262	236,66	»	271,5	10,2	2,44	6,5	2,390
	Francisco Carcer.....	»	»	0,989	179,0	3,057	0,261	»	»	28,0	10,2	2,24	7,7	0,741
	Joaquin Bueno y comp.	Tintillo de Rota.....	»	1,256	25,0	6,847	1,260	516,31	0,150	»	1,7	0,34	11,8	3,000
	Idem.....	Lagrima.....	»	1,114	140,0	3,423	0,261	337,77	0,150	»	9,8	1,96	5,9	1,635
	Idem.....	Vino de Guinda.....	»	1,062	154,0	2,145	0,261	189,33	»	245,3	9,4	1,68	2,8	3,806
	Idem.....	Pajarete.....	»	1,077	162,0	4,580	0,436	202,80	0,100	»	10,0	1,78	5,3	2,158
	Rafael Torralba.....	Malaga rouge doux....	79 ans	1,089	165,0	5,209	0,262	118,46	»	»	10,5	2,30	8,0	2,441
	Idem.....	*Idem*.....	15 ans	1,060	185,0	2,038	1,480	101,42	»	»	10,9	2,58	6,0	2,366
	Idem.....	*Idem*.....	10 ans	1,065	170,0	5,072	0,262	143,52	»	»	10,9	2,38	5,3	2,093
	Joaquin Bueno y comp.	Lagrima.....	20 ans	1,170	57,5	5,532	1,400	473,33	1,500	»	4,0	0,80	4,5	2,310
	Scholtz hermanos.....	*Idem*.....	1870	1,051	188,0	3,199	0,262	142,00	»	»	10,3	2,06	2,2	0,610

Antonio Garcia.....	Vin sec vieux de Ronda.	»	0,986	217,5	3,062	0,264	4,11	»	26,3	10,9	1,38	3,4	0,741

Alicante.

Gabr. Maestre y Percy.	Vin de Frondellon....	1852	1,108	198,0	10,054	0,875	218,46	.	.	10,8	2,16	12,5	0,675
Idem.....	*Idem*.....	1828	1,042	176,5	4,617	0,525	109,23	2.000	.	10,3	2,46	5,8	2,162
Idem.....	*Idem*.....	1806	1,130	162,0	2,718	0,764	253,50	.	.	9,9	1,78	20,3	3,290
Aljau.....	Cosecha.....	1868	0,998	218,0	4,108	0,284	14,20	.	63,0	10,9	2,38	3,8	1,256
Boval.....	»	1868	1,007	212,0	3,463	0,284	38,10	.	86,5	10,6	2,32	6,0	1,706
Morsi.....	»	1871	0,995	125,0	4,158	1,422	.	.	26,0	9,6	1,92	4,0	0,711

Xérès.

Gonzales Byass y comp.	Marcharnudo fino.....	1849	0,992	200,2	2,970	0,262	14,20	»	41,0	10,0	2,20	4,5	0,632
Idem.....	*Idem*.....	1863	0,990	183,0	2,926	0,262	Trace.	»	25,8	10,0	1,36	6,7	0,763
Idem.....	Palido, 50 litras.....	»	0,990	162,0	2,763	1,390	Trace.	»	29,5	10,4	2,08	4,8	0,222
Idem.....	Soleva fina AB..... ..	»	0,990	177,5	2,513	0,262	»	»	21,0	10,4	0,88	5.8	0,479
Idem.....	Jevezana « Romano »...	»	1,005	215,5	3,610	0,262	41,76	»	84,0	10,8	2,36	6,4	0,632
Idem.....	Vin de 1809.....	»	1,062	145,0	4,780	1,925	197,50	Trace.	243,2	10,1	2,02	7,3	1,664
Idem.....	Amontillada.....	»	0,995	230,0	4,280	1,123	15,26	»	67,3	10,8	2,76	8,7	0,882
Idem.....	Moscatel ducha.....	»	1,014	216,0	3,650	0,481	71,00	»	118,8	9,8	1,96	7,2	0,842
Idem.....	Pedro Ymenez ducha..	»	1,150	148,0	1,809	1,523	473,33	»	»	9,8	1,56	9,0	2,025
Idem.....	Color Viejisimo.....	»	1,044	216,5	8,088	0,612	109,23	1,250	»	10,8	2,36	7,8	1,738
Idem.....	Rich Amber.....	»	1,075	166,0	1,705	0,240	236,66	»	292,8	10,6	2,32	4,3	1,263
Idem.....	»	»	1,118	171,0	1,360	0,261	355,00	»	»	9,9	1,88	4,5	2,201
Idem.....	Estillo fino..	1849	0,990	205,0	4,320	0,261	»	»	41,0	10,3	2,46	8,2	1,111
Idem.....	Soleva amontillada....	»	0,995	206,0	2,967	0,261	33,80	»	65,8	10,3	2,26	3,0	0,501
Agustin Blazquez.....	Solevas finas amontilladas naturales....	»	0,990	156,0	2,115	0,862	Trace.	»	21,5	9,8	0,96	5,5	0,451
Ed. Hidalgo y Verjano.	Manzanilla Solera Su Fermin.....	»	1,176	136,0	4,500	0,344	405,71	»	»	9,5	1,90	5,3	2,150

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^4HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	g
				Xérès (suite).										
	Ed. Hidalgo y Verjano.	Manzanilla amontillada	»	0,990	170,0	2,925	0,517	»	»	»	»	»	6,7	0,688
	»	Cosechero almagenesta, San Lucar.....	»	0,991	165,0	2,792	0,262	»	»	23,5	10,2	1,24	5,5	0,523
	Marquis de Lopez Martinez.....	Yerez fino.....	1875	0,990	141,0	3,624	1,216	Trace.	»	24,1	9,3	1,26	5,0	0,494
	Mac Lhane y comp...	Amontillado extra....	»	0,994	221,5	3,706	0,350	11,74	»	45,3	10,1	2,42	6,7	0,593
	Idem.....	Oloroso.....	»	1,000	221,5	4,200	0,350	32,64	»	70,0	10,0	2,20	5,7	0,615
	Antonio Revillo.....	Micona.....	»	0,992	167,0	2,536	1,487	17,75	»	34,0	9.0	1,80	5,5	0,695
	Federico Rudolph....	Pajarete.....	»	1,071	201,0	3,600	1,477	218,80	»	»	10,0	2,40	4,0	1,483
	Idem.....	Yerez.....	»	0,994	217,0	3,199	0,262	22,53	»	50,0	10,0	2,60	3,6	0,894
	Idem.....	Moscatel.....	»	1,116	196,5	2,971	0,350	377,77	»	»	10,7	2,34	4,5	2,098
				Cadiz.										
	Angel Zavazagua.....	Manzanilla fina.....	»	0,990	195,0	2,219	2,408	»	»	18,0	10,0	0,80	5,0	0,473
	Idem.....	Manzanilla super.....	»	1,073	171,5	2,219	0,774	118,30	»	»	10,2	2,04	4,7	0,752
	Idem.....	Bolor seco.....	»	0,994	161,0	2,467	0,350	»	»	19,8	10,8	0,76	5,8	0,475

Davidson et comp.	Tenerife seco	»	0,995	180,5	5,673	0,774	»	»	48,5	10,6	2,52	3,3	1,225
Idem	Tinto	»	0,991	201,5	3,794	0,262	9,78	»	35,5	10,5	2,30	2,5	0,615
Idem	Malvasia	»	1,060	208,0	4,590	0,431	218,46	»	»	10,4	2,28	3,3	1,333
Hardisson frères	Tenerife seco	»	0,990	265,0	4,545	0,258	20,28	»	54,3	10,5	2,90	3,8	1,225
Idem	Malvasia	»	1,080	170,0	2,250	0,258	284,00	»	311,7	9,3	1,86	2,5	0,946
						Cordova.							
Ag. Fuentès y Horcas.	Montilla	»	0,990	176,0	3,285	0,948	»	»	29,5	9,0	1,80	6,0	0,580
Pedro Lopez	Nectar	»	0,992	140,0	3,600	0,774	7,35	»	50,5	9,3	2,86	6,2	0,666
Idem	Ambrosia	»	0,991	195,0	3,429	0,262	4,36	»	37,5	9,9	1,84	5,8	0,675
Idem	Vino fino de Montilla	»	1,292	149,0	6,263	1,045	710,00*	0,175	»	8,9	1,62	13,5	»
Idem	Vino fino de Nectar	»	0,989	162,0	3,867	0,261	0,50	»	30,8	10,6	2,12	4,6	0,468
Bayo	*Idem*	»	0,989	181,4	3,697	0,261	3,70	»	36,0	10,3	2,46	5,5	0,719
Idem	*Idem*	»	0,998	154,0	3,867	0,261	22,53	»	53,5	9,4	1,68	2,8	0,763
Guzman	Vin de la Cueva	»	0,991	156,0	3.120	0,186	»	Trace.	24,2	9,8	0,96	5,2	0,326
						Huelva.							
Mariano Panillos	Vin doux Moraino	2 ans	1,130	188,0	1,585	1,283	218,46	»	»	10,3	2,06	6,5	2,270
Idem	*Idem*	3 ans	1,136	188,0	1,993	0,424	113,60	»	»	10,3	2,06	5,5	2,270
Manuel Cepeda	Blanc Fierno	»	0,991	139,0	3,080	1,363	»	»	24,0	7,3	1,46	5,7	0,431
Franco Perez Ramirez.	Yerez dulce	»	1,025	202,5	8,070	2,840	83,52	»	»	10,1	2,12	9,3	2,205
Catalina J. Diaz	Blanco	60 ans	0,992	162,0	2,446	2,535	14,34	2,245	40,8	10,5	2,30	6,0	0,706
»	Maquer	»	1,059	176,0	5,004	0,351	157,70	0,125	»	10,6	1,92	7,0	1,802
»	*Idem*	»	0,992	168,0	3,358	0,263	Trace.	»	32,0	10,2	2,04	6,4	0,525
»	Tugueros	»	0,994	140,0	3,220	0,527	»	»	24,5	9,1	1,22	5,3	0,525
Don Luis	Balaguer generosa	1821	1,025	171,0	6,302	0,263	88,76	Trace.	»	9,4	1,88	3,3	1,692
Eliézer Montiel	»	»	0,990	116,0	1,980	0,189	»	»	21,5	8,4	1,08	4,5	»

* *Sic.*

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO³ HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Valladolid.										
	Marquis de Biascas....	Amontillado non plus ultra	»	1,066	135,0	5,627	0,347	177,50	»	»	9,4	1,88	6,9	1,806
	Redondo hermanos...	Sr. R. H.....	»	0,995	205,0	3,514	0,189	16,32	»	49,8	10,2	2,24	3,3	0,687
	Idem.....	A.....	»	0,994	205,0	3,811	0,189	25,81	»	49,8	10,2	2,24	3,5	0,711
	Idem.....	»	»	1,025	194,0	3,113	0,180	113,60	»	166,3	10,6	2,12	2,0	1,055
	Castillon de la Plana.	Escrivana.....	»	1,001	157,0	4,306	0,284	5,06	0,390	52,2	10,8	2,16	6,5	1,161
				Tolcdo.										
	Adolpho Bayo.....	Blanco.....	1875	1,037	176,5	7,543	0,767	101,42	2,000	»	10,3	2,46	7,8	1,293
				Tarragona.										
	Soberano y Comp.....	Oporto.....	1869	1,030	176,0	3,540	0,376	97,93	»	»	9,9	1,92	5,3	1,343
	Jaime Martori y Borrao.	Garnacha negra dulce.	1800	1 060	179,0	4,780	1,123	157,77	Trace.	»	10,5	2,50	6,0	1,403
	Idem.....	Malvasia.....	1810	1,006	262,0	4,630	1,684	45,80	»	»	10,4	2,88	4,7	1,403
	Idem.....	Macabeo blanc seco...	1820	1,035	163,0	3,480	0,882	123,40	»	171,9	10,0	1,78	2,0	0,624
	Cavey hermanos	Moscatel real anejo...	»	1,055	176,0	2,880	0,431	167,05	»	»	9,6	1,92	2,3	1,032
	Francisco Gil y Borrao.	Priorato dulce.....	1874	1,017	208,0	3,420	0,603	88,75	»	129,3	10,3	2,26	2,3	0,645

	rato	»	1,144	117,0	2,710	1,203	405,70	Trace.	»	8,4	1,28	11,8	1,323
Idem	Imitacion Oporto	1876	1,019	174,0	3,749	0,350	71,00	2,750	120,8	10,1	2,42	2,4	1,038
Seb. Garcia de Robres.	Moscatel supérieur	1872	1,060	209,0	1,585	0,165	»	»	»	10,4	2,28	2,7	1,182
Pedro Domenech	Macabeo dulce	1842	1,130	148,0	3,960	1,042	355,00	Trace.	»	8,9	1,62	20,0	2,827
Juan Caballé Yuncosa.	Rancio	1820	1,013	180,0	4,250	0,262	61,73	»	105,0	9,9	1,98	2,9	0,763
Idem	*Idem*	1864	1.011	176,0	3,578	0,962	71,00	»	104,0	9,6	1,92	3,0	0,586
Pio Simon	Rancio dulce	»	1,070	195,0	5,722	0,262	189,33	»	»	10,7	2,14	3,3	1,329
Ramon Pahi y Ardevol.	*Idem*	1876	1,059	295,0	8,317	0,262	142,00	»	»	10,2	3,24	7,8	2,790
P. Guille Casanis y Cie.	Moscatel dulce	»	1,156	162,0	3,850	1,925	83,52	»	»	9,9	1,58	6,0	2,085
Joaquin Borrao Caballi	Garnacha dulce	1870	1,047	160,0	3,199	0,262	142,00	»	195,5	9,8	1,76	3,3	0,785
Idem	Macabeo blanco	1865	1,098	171,5	2,979	1,400	157,70	»	»	9,4	1,88	4,0	1,476
Cristobal Pahi y Cubello	Garnacha	1819	1,112	185,0	6,067	0,262	284,00	»	»	10,1	2,02	3,3	1,526
Noboleta	Malvoisie dulce	1870	1,029	184,0	4,785	0,179	98,62	»	»	10,8	2,56	3,1	0,879
Reus	Mistela del Priorato	»	1,077	127,0	2,339	0,179	218,46	0,237	»	9,9	1,38	1,8	0,879
Gasset hermanos	Vino tinto seco	»	0,996	112,0	3,756	0,897	6,60	0,212	36,7	8,0	1,74	3,8	0,725
Jose Vines y Pamiès	Poboleda	»	1,048	147,0	3,953	0,179	123,40	0,212	»	8,0	1,60	4,0	0,945
Franco Jose Cabre	*Idem*	»	1,001	214,0	4,942	0,179	25,81	»	76,5	10,7	2,34	5,0	1,099
Ramon Tell Bonanat	Valls	»	1,005	175,0	2,204	0,179	48,96	»	78,3	9,6	1,92	2,8	1,286
Pablo Acbello	»	»	1,032	219,0	9,784	0,269	78,77	Trace.	»	10,0	2,40	8,7	0,261
Consul y Virgili	Malvasia	»	1,056	179,0	3,410	0,179	167,00	»	»	9,8	1,96	2,2	1,318
Idem	Moscatel posa	»	1,069	166,0	2,568	0,448	202,80	»	»	9,1	1,82	2,6	1,252
Idem	Vino Nectar	»	1,041	179,0	2,916	0,119	129,09	»	188,0	9,8	1,96	2,8	1,097
»	Rancio	1870	0,994	179,0	3,563	0,174	12,55	»	52,7	9,8	1,96	4,6	0,981
Reus	Oporto	»	1,008	184,0	3,057	0,174	69,09	»	98,0	10,1	2,02	2,9	0,981
»	Granacha de Lano	»	1,087	145,0	4,108	0,174	236,60	Trace.	»	9,9	1,59	4,2	1,989
Reus	Rancio priorato	»	0,995	186,0	4,245	0,174	20,28	»	55,2	10,2	2,04	2,8	1,068
Pablo Sarda	Rancio	»	1,001	184,0	4,427	0,174	29,58	»	74,0	10,1	2,02	4,1	0,959
Guelle Sevil y Cie.	Oporto Rancio	»	1,022	191,0	3,880	0,174	94,66	0,125	140,2	10,5	2,10	3,0	0,981
»	Rancio	»	1,066	197,0	3,743	0,174	55,72	Trace.	91,4	10,8	2,40	2,5	0,937

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Tarragona (suite).										
	Jernana Hermd.....	Reus.....	»	1,032	186,0	4,519	0,174	109,23	0,050	»	10,1	1,04	3,3	1,041
	Idem.....	Vino tinto p. Inglaterra	»	1,003	214,0	4,320	0,174	52,59	Trace.	89,3	10,7	3,34	2,1	0,697
	Cuell Sevil y Cie.....	Garnache.....	»	1,057	171,0	2,575	0,263	188,40	»	235,1	9,4	1,88	1,5	1,039
				Barcelona.										
	Magin Pladellorens....	Gloria.....	»	1,049	190,0	3,336	0,262	143,52	»	»	10,4	2,08	2,7	0,915
	Idem.....	Moscatel extra.....	»	0,998	170,0	2,880	0,262	11,36	0,200	45,0	9,3	1,86	4,5	1,115
	Idem.....	Mistela negra supr....	»	1,079	161,0	2,103	0,252	202,85	3,750	»	9,8	1,76	2,1	1,569
	Idem.....	Mistela blanca.....	»	1,065	158,0	2,375	0,262	189,33	»	»	9,6	1,72	2,8	1,046
	Idem.....	Rancio.....	25ans	0,995	182,5	5,204	0,262	2,80	»	44,0	10,0	2,00	4,3	1,068
	Idem.....	Carinena tinto supr...	»	1,130	161,0	1,987	0,262	355,00	»	»	9,8	1,76	8,0	3,618
	Idem.....	Priorato tinto dulce...	»	1,039	155,0	3,610	0,262	109,23	3,000	»	9,5	1,70	4,0	1,875
	Buenaventura Garcia..	Generoso.....	1800	0,998	185,0	3,397	0,860	10,51	»	32,51	10,9	2,50	5,0	0,709
	José B. Puig de Galup.	Moscatel.....	»	1,090	26,0	2,700	0,344	236,66	»	»	1,8	0,36	2,8	1,075
	Idem.....	Malvasia.....	»	1,114	118,5	6,900	0,262	284,00	»	»	8,2	1,64	3,8	1,221
	Miquel Riera y Matas.	*Idem*.....	»	1,110	117,0	4,122	1,225	284,00	»	»	8,4	1,28	3,0	1,129
	Idem.....	Moscatel.....	»	1,112	88,0	3,261	0,612	315,55	»	»	6,1	1,22	5,0	2,015

»	Vino de Alella.....	»	0,991	176,0	4,703	0,284	3,70	»	38,3	9,6	1,93	3,3	0,926
Peyra y Mache.....	Scala del Pl. Garnacha.	»	1,060	171,0	4,904	0,284	157,70	Trace.	»	9,4	1,88	4,3	1,279
Idem.....	*Idem*.....	»	0,994	202,0	4,108	0,284	5,67	»	43,5	10,1	2,22	4,5	1,469
					Gerona.								
Pelaya de Campo.....	Garnacha.....	1874	1,037	167.0	3,941	0,875	157,77	»	188,1	9,7	1,82	3,5	0,977
					Logrono.								
Gala de Pobes y Quintano.....	Tinto de Pasto.....	1867	0,994	122,5	3,336	0,767	»	2,250	225,0	7,3	1,46	1,5	0,806
Idem.....	*Idem*.....	»	0,991	126,0	2,627	2,971	»	»	27,5	8,8	1,76	3,2	1,339
Idem.....	*Idem*.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Manuel M. Llorente...	Vino tinto.....	»	0,995	70,0	2,718	0,331	26,79	»	43,0	4,9	0,98	2,2	0,794
Pascual Onate.....	*Idem*.....	»	0,993	135,0	1,899	0,424	»	»	31,5	8,1	1,62	2,5	0,544
Antonio Miranda.....	*Idem*.....	»	0,994	126,0	3,760	0,304	»	»	28,0	8,8	1,16	4,5	0,476
Idem.....	Vino blanco.....	»	0,991	143,0	4,940	0,262	»	»	22,7	9,3	1,46	2,4	1,046
José Cuevas y Varca..	Vino tinto.....	»	0,993	135,0	3,443	0,552	11,09	»	50,7	9,4	1,88	2,2	0,658
Julian Royo Gomez...	*Idem*.....	»	0,990	157,0	2,446	0,331	5,70	»	28,0	10,0	1,40	2,2	0,635
Pedro Espinosa.....	Villar de Aruedo.....	»	0,992	139,0	3,224	0,174	»	0,325	29,3	9,0	1,80	2,8	0,590
Vicente Hernandez....	»	»	0,994	125,0	4,032	1,118	»	0,225	23,5	8,3	1,06	3,8	0,489
Del Campo.....	»	»	0,990	161,0	3,504	1,584	Trace.	0,200	23,3	10,2	1,24	1,8	0,535
Briones.....	De Leon.....	»	0,989	137,0	3,744	0,466	»	Trace.	16,9	9,4	1,08	1,5	0,932
Rafael Sancho.....	»	»	0,988	170,0	4,224	0,186	»	0,415	21,0	9,4	0,88	2,0	0,722
Hernandez Bazan.....	»	»	0,993	143,0	3,936	0,373	»	0,225	27,5	9,1	0,82	4,3	0,628
Cenuero.....	Maranez.....	»	0,994	144,0	4,032	0,838	»	0,112	25,9	9,4	1,08	4,2	0,605
Ollaury de Héraù.....	»	»	0,991	136,0	4,158	0,284	»	0,237	18,0	9,8	0,96	1,9	0,967
Manuel Reiez.....	»	»	0,994	126,0	4,157	0,284	»	0,250	19,9	8,0	1,00	9,9	0,967
Manuel Carrera Urtubia.....	»	»	0,997	154,0	4,356	0,284	14,20	0,125	44,2	9,4	1,68	1,0	0,731
Cermero.....	Monte-Mayor.....	»	0,992	149,0	2,908	0,838	»	0,415	26,2	9,1	0,82	3,8	0,419

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				***Logrono* (suite).**										
	»	Banos de Rioja 2.....	»	0,908	111,0	4,951	0,474	»	0,187	27,5	7,1	0,82	5,7	0,967
	»	Banos de Rioja 3.....	»	0,998	109,0	4,702	0,474	»	0,212	27,7	7,0	0,80	5,8	0,708
	»	Banos de Rioja 4.. ..	»	0,997	111,0	4,752	0,474	»	0,200	27,7	7,0	0,80	5,5	0,873
				Zaragoza.										
	Vicente Bauluz Baraiba	Vino tinto.....	»	1,010	148,0	2,763	0,186	47,33	»	82,50	8,1	1,62	4,5	0,794
	»	Morata.....	1811	0,996	143,0	3,456	0,271	9,31	0,375	41,00	10,0	2,00	1,8	0,838
	»	*Idem*.....	1868	1,022	176,0	3,456	0,271	91,80	»	13,35	9,6	1,92	1,7	0,203
				Huesca.										
	Antonio Vallés.....	»	»	0,994	135,0	5,549	0,284	Trace.	0,225	32,5	9,0	1,80	3,8	0,637
	Manuel Almeidevas...	»	»	1,132	116,0	5,445	0,284	355,00	»	»	8,0	1,62	1,5	1,291
				Bodega.										
	»	Médoc.....	»	0,993	87,0	4,712	0,189	»	0,212	23,8	5,7	1,14	1,9	0,944
	»	*Idem*.....	»	1,047	173,0	1,980	0,189	149,50	»	208,0	9,5	1,90	1,3	0,613
	»	*Idem*.....	»	1,053	183,0	2,178	0,189	164,70	»	»	10,0	2,00	2,0	0,495
	»	Vino tinto de la Rioja.	»	0,992	112,0	3,324	0,609	»	0,250	21,8	7,8	1,16	1,9	0,894

»	Vins fins. Rueda amont.	»	0,994	185,0	3,613	0,189	10,92	»	41,0	10,1	2,02	4,3	0,789
»	Vins fins. Anzanilla...	»	0,992	167,0	3,277	0,189	3,42	»	20,7	9,1	1,82	4,6	0,758
»	Rueda-Moscatel.....	»	1,012	176,0	3,762	0,189	59,60	»	99,3	9,6	1,92	2,5	0,924
»	Castillo-la-Viega toro.	»	0,994	151,3	3,311	0,189	»	0,225	30,4	10,8	2,16	5,3	0,813
					Séville.								
»	Vino Moscatel	»	1,074	215,0	3,342	0,189	202,80	»	»	10,6	1,92	3,5	1,137
Gonzalés.....	Vino para.....	»	1,057	176,0	2,227	0,189	167,05	»	»	10,6	1,72	5,3	0,900
Davila.....	*Idem*.....	»	1,057	147,0	2,475	0,189	167,05	»	»	9,9	1,60	3,0	0,497
»	Villanueva del Ariscal.	1871	1,077	157,0	3,265	0,379	239,99	»	»	10,9	2,18	4,5	0,592
					Valencia.								
»	Valenciana.....	»	1,052	195,0	5,296	0,474	144,76	»	»	10,6	2,70	8,8	2,110
»	*Idem*.....	1875	1,020	157,0	3,276	0,189	61,30	0,315	111,3	10,6	1,72	7,3	0,877
					Valladolid.								
Redondo hermanos...	Sr.-R.-H.....	»	0,995	505,0	3,514	0,189	16,32	»	49,8	10,2	2,24	3,3	0,667
Idem.....	A.....	»	0,994	205,0	3,811	0,180	25,81	»	49,8	10,2	2,24	3,5	0,711
Idem.....	*Idem*.....	»	1,025	194,0	3,113	0,189	113,60	»	166,3	10,6	2,12	2,0	1,055
Castillon de la Plana..	Escrivana.....	»	1,001	157,0	4,306	0,284	5,06	0,390	52,2	10,8	2,14	6,5	1,161
					Cordoba.								
»	Moscatel naturel.....	1874	1,019	176,0	4,518	0,284	60,58	»	»	9,6	1,92	2,3	1,056
M. Llampallos.....	Genero-Masnou.....	»	1,020	168,0	5,692	0,284	52,58	»	»	9,2	1,84	4,8	1,327
»	Generoso-Balbona.....	»	0,995	187,0	3,792	0,284	15.26	»	48,0	10,3	2,04	1,2	0,366
»	Castell-del-Mas seco...	»	0,991	192,0	3,888	0,284	5,90	»	35,0	10,5	2,10	1,3	1,019
					Navarre.								
»	»	»	0,993	149,0	3,696	1,864	»	0,434	28,4	9,4	1,28	4,3	0,675

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	g
				Madrid.										
	M. de Sankoman.....	»	»	0,994	152,0	3,216	0,271	Trace.	0,175	28,9	9,4	1,68	4,5	1,141
	Aben-Sahez.....	Vin de Mesa.....	»	0,996	102,0	4,646	0,263	»	0,175	26,0	7,1	1,42	1,0	0,253
	»	Vin de Elciego.....	1862	0,996	118,0	3,588	0,263	»	0,125	26,2	8,2	1,64	2,8	1,275
	»	Garnacha del Pireneo.	»	1,077	117,0	4,140	0,351	202,60	0,162	»	8,4	1,28	4,5	1,297
	»	Islas Baleares.....	»	1,000	164,0	4,324	0,967	25,81	»	61,3	9,8	1,80	2,3	0,813
	Pedro Carreterro.....	»	»	0,990	224,0	4,431	0,263	»	»	48,8	10,4	2,68	5,8	0,539
				Biar.										
	D. Jose Parra.....	Vino dulce.....	1874	1,064	150,0	2,831	0,174	189,30	»	»	10,2	1,64	4,6	1,983
				HONGRIE.										
				Verseez.										
801	Jean Gettmann.....	Vin ordinaire.....	1874	0,993	120,0	4,192	0,256	»	0,200	26,3	8,8	1,76	2,3	0,937
802	Jules Trisch.....	*Idem*.....	1875	0,993	143,0	4,463	0,240	0,50	0,150	34,0	9,3	1,66	1,8	0,760

804	Joseph Weiss.....	Riesling.....	1873	0,993	104,0	3,762	0,320	»	»	21,8	7,0	1,20	2,0	0,895
805	Charles Eckl.....	Passe tous grains.....	1876	0,992	102,0	2,060	0,676	Trace.	0,177	20,8	7,6	1,32	2,6	0,691
806	Joseph Weiss.....	Riesling.....	1876	0,990	119,0	4,084	0,240	»	»	15,2	8,2	0,84	2,2	1,240
								Esztergom.						
807	Étienne Mayer.....	Vin ordinaire.....	1875	0,991	101,0	3,016	0,845	»	0,252	23,0	7,1	1,62	2,3	0,713
808	François Thathas jeune	*Idem*.....	1875	0,991	131,0	3,696	1,604	»	»	20,6	8,7	1,34	1,4	0,520
809	Emeric Schenbeck....	*Idem*.....	1873	0,993	102,0	4,716	2,645	»	0,775	20,0	7,4	1,08	1,7	0,540
								Eger-Visonta.						
810	Maurice Matekovicz...	Vin ordinaire.....	1874	0,989	120,0	3,835	1,509	»	»	18,8	8,4	1,08	1,2	0,752
811	Léopold Kanitz.....	*Idem*.....	1875	0,991	119,0	3,970	0,355	»	»	18,0	7,3	1,26	1,7	0,903
812	*Idem*.....	*Idem*.....	1874	0,993	119,0	3,537	0,320	0,50	»	40,9	8,2	2,84	1,8	0,640
								Pest-Vacz.						
813	Urbaine Kreisz.....	Buda Eors.....	1874	0,991	117,0	3,302	0,722	»	»	22,0	7,6	1,52	1,5	0,672
814	Etienne Franck.....	*Idem*.....	1876	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
815	André Franck.....	*Idem*.....	»	0,995	83,0	3,627	1,267	»	0,177	20,9	5,7	1,40	2,2	0,561
820	Ladislas Korizmics ...	Mezes Dinka.....	»	0,998	153,0	3,568	0,256	»	»	22,6	10,4	1,48	1,5	0,426
								Croatie.						
816	François Pokorny.....	Moslavac.....	1868	0,994	143,0	4,463	0,401	0,5	0,025	38,4	10,0	2,28	2,0	0,800
817	*Idem*.....	Kadarka.....	»	0,993	115,0	4,042	0,929	Trace.	0,102	33,4	9,0	1,96	3,7	0,885
								Sopron.						
818	Ignace Flandorffer....	Cabinet Sopron.....	1863	0,993	141,0	4,460	0,256	0,5	»	35,9	10,0	2,00	1,5	0,596
819	*Idem*.....	Vin ordinaire.....	1869	0,994	128,0	4,727	0,266	»	»	31,8	10,3	2,06	1,7	0,451

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Balaton.										
821	Gustav Bosnyàk.....	Sarfehér.....	»	0,972	104,0	4.222	1,122	»	»	21,0	6,1	1,22	1,3	0,607
822	*Idem*.....	Bavor.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
823	Laurente Gaal.....	Ordinaire de Csazta...	1872	0,997	138,8	5,306	0,401	4,36	»	43,0	9,1	2,42	2,0	0,800
824	Guido Fackh.....	Vin ord. de Badacsony	»	0,994	119,0	3,523	0,355	Trace.	»	24,3	8,8	1,76	0,8	0,494
				Arad-Menes-Magyarat.										
825	Joseph Dormany.....	Menes.....	1858	0,993	103,0	4,890	1,764	»	»	25,7	6,0	1,20	1,6	0,845
826	»	Cabinet Magyarat.....	1834	0,992	93,0	4,168	2,112	»	0,202	22,9	7,6	1,52	1,9	0,605
827	»	*Idem*.....	1811	0,997	93,0	4,727	1,112	»	»	22,3	6,2	1,24	1,3	0,639
828	Hér. du baron Simon Sina.....	Ordinaire de Vilagos..	1873	0,994	93,0	4,842	2,381	»	0,152	24,5	6,6	1,72	2,0	0,432
				Eger-Visonta.										
849	Joseph Lipkos.....	Vin ordinaire.....	1874	0,994	145,0	4,638	0,256	»	0,100	40,3	10,6	2,12	1,4	0,639
830	Joseph Répasy.....	*Idem*.....	1874	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
831	Étienne Steinhauser...	*Idem*.....	1873	0,995	116,0	5,262	0,355	0,5	0,025	33,5	9,3	1,86	1,9	0,645
				Syrmie.										
832	Société des actions des													

834	Gustav Barkafa.....	Vin ordinaire.....	1875	»	»	»	»	»	»	»					
						Szegszard.									
835	Baron Antoine Augusz.	Vin de table.....	»	0,994	137,0	4,697	0,525	»	0,500	33,5	9,0	2,00	2,5	1,171
836	Joseph Schwarzkopf...	*Idem*.....	»	0,992	133,0	3,970	0,355	18,92	0,150	33,8	9,3	1,86	1,7	0,989
						Buda.									
837	Comte Guido Caracsonyi.....	Vin dr Sashegz.	1866	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
838	Joseph Dietz.....	*Idem*.....	»	0,993	132,0	5,798	0,256	Trace.	»	33,5	9,8	1,96	1,5	0,852
839	Joseph Eberling.....	Ordinaire.....	»	0,996	133,0	3,494	0,160	0,5	0,050	38,8	10,0	2,00	2,0	0,580
						Villany.									
840	L'archiduc Albrecht...	Vin fin (Ausstich)....	»	0,994	120,0	4,638	0,856	12,67	0,075	28,4	8,6	1,72	2,0	0,809
841	*Idem*.....	Riesling.....	»	0,995	85,0	4,126	0,962	»	0,025	23,5	6,1	1,42	1,7	0,400
842	Comte Abadar Andrassy	Vin de table.....	1867	0,991	124,0	3,791	0,256	»	0,200	23,0	7,6	1,32	2,3	0,596
843	Alexandre Nendtvich..	Ordinaire.....	1875	0,993	120,0	4,326	0,256	Trace.	»	29,5	9,1	2,22	1,0	0,639
						Somlyo.									
844	Comte François Erdody	Vin de table.....	1863	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
845	Eméric Bottla	*Idem*.....	1863	0,993	115,0	4,800	1,605	»	0,152	29,4	9,7	1,94	2,1	0,799
846	Béla Hanauer.....	*Idem*.....	1863	1,000	144,0	5,769	0,320	7,1	0,050	55,2	10,0	2,00	2,8	0,800
						Pozsony.									
847	Paul Falb.....	Ordinaire.....	1869	0,994	128,0	4,168	1,183	»	0,177	24,8	9,5	1,90	2,4	0,799
						Baranya.									
848	Étienne et Ralmann-Nidosy.....	Oporto.....	1875	0,995	133,0	3,747	0,240	»	0,100	35,6	10,0	2,20	4,5	0,657
849	*Idem*.....	Ordinaire.....	1874	0,993	119,0	4,226	0,440	»	»	21,3	7,2	1,44	1,3	0,473
850	*Idem*.....	Sarfeher.....	1873	0,994	103,0	4,849	1,283	»	»	23,7	7,4	1,48	1,8	0,390

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO³HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Ermellék.										
851	Comte François Zichy.	Ballator de Dioszeg...	1862	0,992	114,0	4,547	0,481	»	»	23,5	7,8	1,36	1,1	0,340
852	*Idem*	Riesling	1873	0,995	124,0	4,460	0,640	3,15	»	30,8	9,8	1,96	1,3	0,516
853	Veuve Émeric Basthy..	Vin doux de Koly.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
				Totlay-Hegzalja.										
854	Comte Abadar Andrassy	Tokay-Ramorodni.....	1868	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
855	Guthy François.....	Szamorodni.....	1868	0,994	152,0	5,095	0,401	4,39	»	43,8	10,6	2,12	1,4	0,520
856	Eugène Hammersberg.	Tokay doux.....	1874	1,026	154,0	3,389	0,256	94,66	»	139,5	10,7	2,14	1,7	1,107
857	Duc Louis Windischgrätz.....	*Idem*	»	1,075	97,0	4,281	0,256	202,80	»	»	6,7	1,34	2,7	1,314
				Transylvanie.										
858	Comte George Banffy..	Ballator de Tasnad....	1863	0,992	125,0	3,410	0,240	Trace.	0,175	23,5	8,0	1,60	1,3	0,440
859	Héritiers du comte Miko	Vin de dessert de Preszatla.....	1811	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
860	Étienne Gerendi.....	Léanytla	1874	0,992	115,0	4,505	1,183	»	0,153	25,5	7,3	1,46	2,0	0,669
861	Comte Géza Filethi....	Carbenet.....	1876	0,993	130,0	3,720	0,240	»	0,175	31,0	9,8	2,16	2,5	0,672

865	Jean Hofgraff....	Vin de dessert Bosenyo	1875	1,000	139,0	9,103	0,641	18,93	»	54,0	9,7	1,94	1,0	0,139
866	Joseph Zeyth.....	Château Zeytlfalva....	1874	0,990	139,0	4,192	0,320	2,33	»	42,2	10,3	2,06	1,7	0,673
867	Baron Étienne Kémény	Riesling de Csombord.	»	0,991	145,0	4,000	1,183	Trace.	0,152	29,5	9,8	1,96	2,0	0,388

CRIMEE.

Balaklava.

»	Vignoble de Skirmunk.	»	0,990	143,0	4,504	0,256	»	»	23,5	9,7	1,34	1,8	0,745
»	*Idem*.....	»	0,993	134,0	4,114	0,171	Trace.	0,112	29,6	9,4	2,08	1,8	1,171
»	Solhink.....	»	0,993	124,0	4,806	0,256	»	0,375	23,2	7,1	1,42	1,8	0,724
»	Cépage de Tokay.....	»	0,992	104,0	4,906	0,171	0,5	»	33,7	7,2	2,24	0,8	0,169

Нетр.чса.м.акароба

»	Закабка Эскійпогрье.....		0,992	134,0	3,070	0,256	Trace.	0,175	29,4	9,7	1,94	2,7	1,171
»	Vin de Kachetincky...	N° 3	0,997	132,0	3,693	1,535	»	0,250	35,5	10,5	2,10	3,0	0,396
»	*Idem*.....	N° 2	0,997	410,0	3,207	0,350	2,4	0,467	38,0	10,7	2,14	2,5	0,463
»	*Idem*.....	N° 1	0,997	136,0	3,256	0,175	4,2	0,260	41,0	10,7	2,14	1,5	0,185
А. Княжевича.....	Сааовь.....	1876	1,001	410,0	4,957	1,487	4,4	0,260	55,0	10,0	2,00	2,0	0,299
»	Кахетинское-вино n° 2.....		0,996	132,0	3,790	1,225	2,3	0,392	37,0	10,0	2,00	1,8	0,109
»	Стодовое Красное..		0,996	116,0	4,082	1,312	1,1	0,267	33,0	8,4	1,68	2,5	0,421
»	Кахетинекое-вино.		0,994	134,0	3,120	0,271	»	0,100	32,0	8,8	1,76	2,2	0,769
А. А. Княжевича...	Сааовь.....	1870	0,993	149,0	3,600	0,186	4,9	»	29,8	8,7	1,54	2,0	0,393
Н. Эварыкина n° 1.	Фо-сотернь.....		1,011	119,0	3,888	0,271	48,8	»	74,8	8,6	1,92	1,9	0,537

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN. Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^4HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
				Balaklava.										
	»	Vin de table de Crimée, Cépage de Kokour..	1874	0,989	134,0	3,072	0,271	»	»	17,3	8,7	1,34	1,3	0,626
				COCHINCHINE.										
				Saïgon.										
	»	Vin de riz coloré.....	»	0,990	283,0	2,185	0,171	»	»	2,5	1,2	»	Trace	»
				MARTINIQUE.										
	Veuve Roques jeune...	Saint-Pierre.....	»	1,050	133,0	5,664	0,342	157,7	»	198,8	7,3	1,46	1,8	0,660
				AMÉRIQUE.										
	Charles Kay.....	Colonial Whitte-Wine-												

	Madeira	»	0,999	122,0	3,701	1,027	6,4	»	31,5	9,3	2,06	1,6	0,681
Davins et Cie	Colonial Whitte-Wine-Red	»	0,991	148,0	4,281	0,256	»	0,150	32,5	10,4	2,48	2,5	0,937
J. et Doyle	Kaludah, Red (Hermitage)	»	0,992	148,0	3,612	0,684	0,5	0,125	33,0	10,3	2,06	2,3	0,639
	New-South-Wales.												
J.-B. Holmes	The Vilderness Wine (Hermitage)	1877	1,019	154,0	3,122	0,171	74,7	0,225	117,8	10,7	2,14	2,0	1,406
	Saint-Louis (Missouris).												
Isidor Burh et Cie	Catawba, First quality.	»	0,999	119,0	5,218	0,256	10,7	0,037	40,8	10,2	2,04	3,5	1,491
Idem	Catawba, twed quality.	»	1,023	143,0	3,880	0,256	76,7	»	»	9,8	1,56	1,8	0,681
Idem	*Idem*	»	0,994	114,0	4,460	1,455	0,5	»	24,0	8,0	1,60	2,0	0,406
Idem	American Clared	»	0,993	128,0	5,084	0,256	»	0,225	27,3	9,5	1,90	2,3	1,214
	Charlottesville (Missouri).												
»	Catawba, Monticello wine	»	0,994	133,0	4,593	0,256	0,5	»	38,7	10,0	2,00	1,5	0,873
»	Charlottesville (cachet bleu)	»	0,992	133,0	3,835	0,428	Trace.	»	25,0	10,1	2,02	2,0	0,617
Poeschel et Scherer	Clinton (Grownby)	»	0,992	144,0	4,460	0,256	»	0,275	28,3	10,2	2,04	1,9	0,830
Idem	Cyinthiano Grownby	»	0,993	143,0	4,370	0,256	»	2,000	31,8	10,1	2,02	4,5	2,108
Th. Barker	Maryland white-wine	»	0,989	164,0	3,701	0,256	Trace.	»	26,8	10,3	1,86	1,1	0,617
»	Raxet	»	0,996	141,0	3,305	0,256	9,78	0,150	41,8	10,7	2,10	1,3	0,873
	Pensylvania.												
»	»	»	9,995	118,0	6,065	0,440	0,5	»	35,5	9,0	2,00	1,8	0,731
»	Extra dry, Gold seal	»	1,024	128,0	4,860	0,262	64,2	»	111,5	8,9	1,78	1,0	0,588

NUMÉROS D'INSCRIPTION.	NOM de l'exposant.	NOM du cru.	ANNÉE DE LA RÉCOLTE.	QUANTITÉS RAPPORTÉES A 1 LITRE DE VIN.										
				Densité.	Alcool en volume.	Acidité totale exprimée en SO^3HO.	Crème de tartre.	Glucose.	Tannin.	Extrait sec.	Glycérine.	Acide succinique.	Cendres.	Alcali des cendres.
					cc	gr	gr	gr	gr	gr	gr	r	gr	gr
				Pensylvania (suite).										
	»	*Idem*.....	»	1,026	126,5	4,930	0,262	85,5	»	119,0	8,8	1,76	1,3	0,566
	Urbana wine Company.	*Idem*.....	»	1,035	125,5	4,750	0,262	109,2	»	156,0	8,7	1,74	1,0	0,414
				Charlottesville.										
	Monticello wine Comp.	Virginia Hock.....	»	0,993	118,0	3,110	1,925	»	0,417	20,5	7,7	1,54	1,8	0,185
				Philadelphie.										
	Poeschel et Scherer...	Ives' seedling.....	1876	0,997	158,0	3,980	2,970	Trace.	0,290	28,5	9,7	1,74	1,5	0,299
	Julius Hincke.....	Franklin.....	1872	0,995	136,0	4,222	2,760	2,84	0,342	31,8	7,6	1,52	1,8	0,278
				Singleton, New-South Wales.										
	Alexandre Munro.....	Bebesh.....	»	0,991	144,0	3,372	1,118	0,50	»	27,3	8,2	1,64	2,3	0,465

SUR

LA FABRICATION DES VINS

DE RAISINS SECS;

PAR M. JOSEPH BOUSSINGAULT.

En exposant dans une précédente communication les résultats des analyses des raisins secs venus des différentes parties de l'Orient, on a insisté sur l'extension considérable, on pourrait dire inattendue, de la nouvelle industrie vinicole qui se répand dans toute l'Europe.

Ainsi, on l'exerce très en grand dans le midi de la France; dans les environs de Paris, des usines produisent chaque jour de 400^{hlit} à 500^{hlit} d'un vin assez apprécié.

Avant de décrire les manipulations pratiquées pour obtenir cette boisson, il a semblé qu'il serait intéressant d'indiquer sommairement l'origine du fruit, d'en faire succinctement l'historique.

La culture des grappes que l'on dessèche à l'air avait lieu depuis longtemps. L'Angleterre alors était leur principal débouché; on s'en servait particulièrement dans la confiserie.

Voici quelques renseignements à ce sujet : le raisin sec que l'on exporte à Marseille de l'Asie Mineure, de Thyra, à l'ouest de Smyrne, est en grains noirs. Il n'y a pas de différences appréciables dans les vignes qui produisent le raisin connu sous les noms de *thyra,* de *tourla,* de *thesmé.*

Dans les environs de Smyrne, on obtient aussi deux autres espèces de raisins : le rosalina, d'un rose foncé avec pépins, et le souctamina, sans pépins, de couleur d'ambre; c'est le meilleur raisin sec de table.

Ceux de l'île de Samos sont de deux espèces à pépins; ils étaient exportés depuis longtemps en Hollande pour la fabrication des vinaigres et des vins de liqueur.

On possède sur les corinthes, les plus recherchés pour la vinification, des données précises fournies par Beaujour dans son Tableau sur le commerce de la Grèce, publié à Paris en 1800 : « La vigne corinthienne, *vitis corinthiaca,* ressemble à des ceps que l'on cultive en France, seulement les feuilles sont plus développées, plus obtuses, moins dentelées, duvetées sur la face inférieure. »

Le petit corinthe a le grain de la grosseur de celui du sureau et de la groseille; généralement il ne renferme pas de pépins. Dans une terre fertile, cette vigne laissée à elle-même pousse avec vigueur, grimpe après les arbres qu'elle enlace de sarments vigoureux. On la taille à la hauteur de 1^{m} en la disposant en parasol. Les premiers de ces raisins arrivèrent sur les marchés de l'Europe vers 1700. On les récoltait sur les pentes des coteaux de l'isthme. Durant le XIIIe et le XIVe siècle, les corinthes étaient désignés sous le nom de *coranthz*. Depuis plus de cinquante ans on pratique en Grèce l'incision annulaire avec avantage sur le tronc même de la vigne ou sur les branches principales; 1^{ha} produit en moyenne 3000^{kg} à 4000^{kg} de raisin sec.

Les moyens de dessécher le raisin sont assez variés. En Turquie, on se borne à l'étaler sur le sol, aussi est-il mêlé souvent de terre et de pierres.

En Espagne, à Malaga, les grappes ne sont exposées à l'air qu'après avoir été immergées dans une faible lessive de cendres en ébullition. Dans plusieurs vignobles du Midi, le raisin n'est pas cueilli à la maturité; on le laisse attaché aux ceps jusqu'à ce qu'il ait perdu les trois quarts de son eau constitutionnelle; c'est alors qu'on le fait sécher.

Aux îles de l'Archipel, le raisin sèche sur la vigne, après qu'on a tordu, pincé la queue de la grappe pour arrêter l'ascension de la sève.

Préparation du vin de raisin sec. — Comme nous l'avons déjà dit, le corinthe et le thyra sont le plus généralement employés pour la vinification. Le raisin est jeté dans le foudre avec de l'eau à la température de 15° à 20°. La fermentation se manifeste promptement et se maintient pendant cinq à six jours. Le fruit n'est pas imbibé avant la mise en cuve. Pour 100^{kg} de raisins secs, on verse 300^{kg} à 400^{kg} d'eau.

La proportion d'alcool que renfermera le vin dépendra naturellement de la matière sucrée; elle sera de 10° à 7°.

Rappelons que 100 de sucre réducteur donneraient : théoriquement, 51,11; pratiquement, 48,50.

Généralement les raisins secs sont pourvus de ferments; ils fermentent quand ils sont dans l'eau stérilisée.

Voici les observations faites à ce sujet par M. A. Le Bel.

Wourla-Beyrouth : grains couverts de glucose, aspect farineux. La fermentation est d'abord faible. Les cellules jeunes sont très allongées, rarement à double renflement.

Muscat-Samos : grains très farineux. La fermentation s'établit instantanément. Les cellules de levure ressemblent au ferment ellipsoïdal du vin.

Corinthe : grains petits, légèrement farineux; bonne fermentation, ferment ressemblant beaucoup à l'espèce dite *pasteurienne*.

Muscatell de Gordo Blanco (Californie) : très beaux grains semblables au raisin de Malaga. Sans farine de glucose. Pas de fermentation dans l'eau stérilisée.

Seedless Sultana de Fresno (Californie) : sans pépins. Petits grains non farineux. Pas de fermentation.

Malaga : Grains non farineux. Pas de fermentation.

La présence des ferments paraîtrait coïncider avec la transsudation du sucre à travers la pellicule du raisin. La remarque de M. Le Bel est curieuse; elle pourrait faire supposer que le glucose farineux a servi d'aliment à des levures tombées accidentellement sur les graines.

Ci-joint la composition des vins provenant de la fermentation de plusieurs variétés de raisins secs :

	Désignation des raisins secs.		
	Samos-muscat.	Thyra.	Wourla-Beyrout
Densité	1000	1001	1001
Alcool en volume	91,0	10,10	105,0
Acidité totale en SO^3	2,6	3,8	3,7
Crème de tartre	4,3	3,8	8,7
Sucre réducteur	Indices.	Indices.	Indices.
Extrait sec à 100°	21,0	19,0	22,0
Glycérine	4,5	5,0	6,2
Acide succinique	0,9	1,0	1,25

Ces vins ne renferment que de faibles quantités de tannin. Cela tient probablement à ce que les raisins secs qui les ont produits ont été séparés de la rafle, dans laquelle se trouvent surtout le tannin et le tartre. Ainsi, une quantité de raisin du Midi, capable de fournir 1^{lit} de vin, renferme ordinairement 8^{gr} de crème de tartre, et cependant le vin qu'on en extrait n'en contient que 2^{gr}; la différence réside dans ce que retient la rafle après l'expression.

Voici le rapport des quantités entre les graines et la rafle des raisins secs :

	Pour 100 de raisins secs.			
	Grains.		Grains et Rafles.	
	Eau.	Matière sucrée.	Eau.	Matière sucrée.
Corinthe, n°54	24,00	68,68	22,48	64,36
Samos-muscat, n° 40	16,02	67,68	14,89	62,97
Thyra, n° 42	15,00	56,94	14,27	54,30
Wourla-Beyrouth, n° 44	14,20	71,84	13,25	67,05
Thyra	20,10	75,33	19,45	72,93
Corinthe	19,54	67,69	18,73	62,98
Samos-muscat	19,86	68,68	18,41	63,70
Wourla	22,26	70,76	22,30	69,79
Thismis	23,00	66,72	22,77	66,05
Marque M. C	21,16	71,85	19,80	70,62

Dans le vin de raisin sec bien préparé on a constaté qu'il restait à la fin de la fermentation, comme nous l'avons déjà dit, une faible quantité de matière sucrée, dont la présence est appréciée par les dégustateurs; elle indique d'ailleurs que la fermentation a été conduite avec soin, car, dans les fermentations trop brusques, le vin ne renferme pas de sucre.

Nous avons voulu constater la vitesse de la disparition du sucre pendant la fermentation. Le vin était mis dans un flacon dont le col présentait une légère ouverture; puis, à diverses époques, on dosait la présence de l'alcool, le degré d'acidité et la proportion de sucre contenu dans 1000 parties de vin.

Bocal n° 1. — Le 26 avril, il y avait par litre :

Alcool	39,5
Acidité exprimée en SO^3HO	4,22
Sucre	27,00

Bocal n° 2. — Le 29 avril, il y avait par litre :

Alcool	42,5
Acidité	6,76
Sucre	6,67

Bocal n° 3. — Le 1er mai, il y avait par litre :

Alcool	57,00
Acidité	6,31
Sucre	6,66

Bocal n° 4. — Le 3 mai, il y avait par litre :

Alcool	71,5
Acidité	6,57
Sucre	0,5

On a insisté précédemment sur la quantité considérable

de raisins secs consommés dans ces dernières années pour la préparation du vin.

Le corinthe donne les résultats les plus satisfaisants.

Il a paru intéressant d'estimer ce que les fruits secs représentent en France de raisins frais. Dans les plaines du Midi, année moyenne :

1 hectare d'Amaron envoie au pressoir....	13680 ^{kgr}
1 hectare du Smalzberg (Alsace), en 1848, envoyait au pressoir.....	3479 ^{hgr}

Suivant M. Sée, à Corinthe, 1 hectare fournirait annuellement 3000^{kg} à 4000^{kg} de raisins (marchands), représentant en raisin de vendange 14000^{kg}, à peu près ce que rend 1^{ha} dans notre climat du Midi.

Nous reproduisons ci-contre un Tableau indiquant l'importation des raisins secs en France, le prix du kilogramme et les droits de douane.

En 1875, le raisin sec importé des provenances enregistrées dans le même Tableau était d'environ 8 millions de kilogrammes. Dans les années suivantes, on remarque une progression qui atteint des chiffres élevés à l'époque où le raisin est employé à la fabrication du vin; ainsi, en 1880, l'importation a été de 78 millions de kilogrammes. En 1882 et 1883, cette importation s'est maintenue de 64 à 66 millions de kilogrammes, bien que les droits de douane eussent été élevés de 0^{fr},50 à 6^{fr} par 100^{kg}.

IMPORTATION DES RAISINS SECS EN FRANCE.

(Quantités en kilogrammes.)

PAYS de provenance.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.	1880.	1881.	1882.	1883.	1884.
Turquie.....	4 039 804	4 361 448	11 157 504	12 662 537	21 389 890	34 220 210	36 312 908	28 330 079	27 821 302	31 011 300
Espagne.....	3 097 651	4 730 930	4 920 221	8 178 577	6 210 323	4 247 156	4 539 974	3 261 992	3 389 043	2 179 000
Grèce.....	534 338	490 448	371 495	3 608 784	13 324 555	26 687 203	21 267 943	29 547 554	29 430 546	25 270 500
Italie.....	216 266	425 422	357 107	172 417	517 836	656 134	210 907	285 257	347 991	»
Belgique.....	113 645	220 058	192 625	126 952	247 901	435 980	»	79 524	317 233	»
Angleterre.....	162 212	579 206	255 810	4 330 941	5 491 059	7 719 190	2 817 428	1 843 634	3 557 638	2 907 400
Pays-Bas.....	41 663	71 503	»	»	»	»	»	»	»	»
Autres pays.....	16 727	15 394	44 201	577 984	3 827 240	3 396 291	1 785 911	458 145	917 215	752 800
Totaux.....	8 222 306	10 894 409	17 298 963	29 658 192	51 008 804	77 362 164	67 935 071	63 806 175	65 780 968	62 121 000
Prix du kilogr...	0fr,70	0fr,50	0fr,50	0fr,50	0fr,80	0fr,80	0fr,55	0fr,50	0fr,60	0fr,60
Droits de douane des 100 kilogr..	0fr,30	0fr,30	0fr,30	0fr,30	0fr,30	0fr,30	0fr,30	6fr,00	6fr,00	6fr,00

Si l'on considère les raisins secs (marchands) comme ayant la constitution du corinthe, on trouve, en appliquant les données de M. Sée, à savoir que 4000^{kg} de raisin sec représentent 14000^{kg} de raisin de vendange, que :

En 1880, le raisin sec représentait en raisin frais.....	270 792 574 ^{kgr}
En 1882, le raisin sec représentait en raisin frais.....	223 321 612 ^{kgr}

On peut juger par ces résultats de l'influence que l'introduction des raisins secs peut exercer en France sur la production vinicole.

LES

SECOUSSES SOUTERRAINES DANS LES ANDES.

Les tremblements de terre survenus récemment ont attiré vivement l'attention. On a étudié leurs effets sur les roches; on a rapporté les désastres dont ils ont frappé les populations.

J'ai séjourné dans l'Amérique du Sud, où la terre est fréquemment agitée. Témoin des calamités auxquelles sont exposés les habitants des Andes, j'ai quelquefois partagé leurs périls.

Caracas (1), capitale de l'ancienne province de Venezuela, fut fondée en 1567. Sa population, en 1800, atteignait 40 000 âmes; il y avait des églises, des couvents, une salle de spectacle, des places publiques sans ombrages, des maisons d'architecture moresque, d'une élégante simplicité, des rues tirées au cordeau, encadrant des quartiers ou *cuadras,* donnant une singulière monotonie.

Caracas présentait un aspect bien différent : une terrible commotion l'avait bouleversée en un instant; 12 000 habitants avaient perdu la vie. C'est au milieu des ruines que je séjournai en 1822.

A diverses époques, le Venezuela fut fortement ébranlé : en 1641, 1703, 1802. Une cérémonie religieuse, célébrée chaque année dans la nuit du 21 octobre, rappelait la date du tremblement de 1778, l'un des plus terribles dont on conserve le souvenir.

(1) Latitude N., 10°31'; longitude O. de Paris, 69°25'.

Le 26 mars 1812, dans l'après-midi, la terre trembla à Caracas avec une telle violence que toutes les cloches furent mises en branle; immédiatement après, on eut une secousse pendant dix à douze secondes. Tout à coup on entendit un effroyable mugissement souterrain; les cloches s'ébranlèrent une seconde fois; c'était un glas funèbre. Un grand nombre d'habitants furent ensevelis sous les ruines. Le jeudi saint tombait le 26 mars; 3000 ou 4000 fidèles furent écrasés sous les voûtes des églises. La cathédrale, consolidée par d'énormes arcs-boutants, resta seule debout. Pour donner une idée de ce terrible événement, je citerai le récit d'un témoin oculaire, M. Delpech.

Les temples de la Trinidad, d'Alta-Gracia, élevés de plus de 150 pieds et dont la nef était soutenue par des piliers de 12 à 15 pieds d'épaisseur, formèrent un amas de ruines de 5 à 6 pieds de hauteur. La caserne de San Carlos, près de la Trinidad, s'effondra en écrasant un régiment de ligne mis sous les armes pour accompagner la procession du Saint-Sacrement. Les neuf dixièmes de la belle ville de Caracas furent littéralement ruinés. En évaluant de 9000 à 10 000 le nombre des morts, on ne tient pas compte des malheureux qui, grièvement blessés, ont succombé faute de nourriture et de soins. Les blessés ensevelis sous les décombres imploraient à grands cris les secours des passants. On parvint à en retirer 2000. On était dépourvu de tout. L'eau même devint rare, les canaux des fontaines ayant été brisés.

Il restait à remplir envers les morts un devoir commandé à la fois par la pitié et la crainte de l'infection. Dans l'impossibilité de donner la sépulture à tant de cadavres, des commissaires furent chargés de brûler les corps. On dressa des bûchers. Cette triste cérémonie dura plusieurs jours. Au milieu de tant de malheurs publics, le peuple se livrait à des pratiques religieuses; les uns, l'esprit égaré, se confessaient à haute voix au milieu des rues. Il arriva alors dans cette ville ce que l'on a observé dans la province de Quito, après l'affreux tremblement de terre de 1797 : beaucoup de mariages furent contractés entre des personnes qui depuis de longues années n'avaient pas fait sanctionner leur union par la bénédiction sacerdotale. Des enfants retrouvaient des parents qui les avaient désavoués jusque-là; des restitutions furent promises par des individus qu'on n'avait jamais accusés de lar-

cin; des familles longtemps ennemies se rapprochèrent par le sentiment d'un malheur commun.

J'ajouterai que le tremblement de terre qui renversa Caracas se fit sentir dans la Cordillère orientale jusqu'à Santa Fé de Bogota, c'est-à-dire, dans la direction O.-S.-O., à une distance de plus de 200 lieues.

En 1822, le 9 décembre, si les rues n'avaient pas été déblayées, on aurait pu croire que la catastrophe avait eu lieu la veille. Je demeurais près de l'ancien Cuartel de San Carlos, où je vis disposés en pyramide les ossements des soldats que l'on avait retirés des décombres. La tour carrée d'un couvent portant quatre cadrans avait résisté; l'horloge s'était arrêtée à 4^h 7^m sur l'un des cadrans. On a immobilisé les aiguilles, de sorte qu'aujourd'hui encore on lit l'heure de la destruction de Caracas.

Un *terremoto* est le phénomène produisant le plus d'épouvante, par cela même qu'il est inattendu. D'ailleurs, on n'acquiert pas immédiatement la faculté de percevoir un léger mouvement : ainsi à la Guayra, à Caracas, la terre trembla huit ou dix fois avant que je m'en aperçusse autrement que par les clameurs de la foule criant : *Tiembla! tiembla!* Une aiguille aimantée, suspendue à des fils de soie sans torsion, est presque constamment agitée. J'en tirai cette conséquence que, si l'on enregistrait exactement les commotions ressenties dans le Venezuela, à la Nouvelle-Grenade, au Pérou, au Chili, on trouverait qu'il ne se passe peut-être pas un jour, peut-être pas une heure, sans qu'il y ait un mouvement à la surface du sol.

Toutefois, les grandes commotions, celles dont on se souvient par la terreur qu'elles ont occasionnée, ne sont pas si fréquentes : j'en ai compté trois ou quatre en onze années, à Santa Fé de Bogota, dans une campagne et dans une mine, à Marmato.

A Bogota, c'était le 16 juin 1826, entre 10 et 11 heures du soir, j'avais passé la soirée chez le chargé d'af-

faires de Sa Majesté britannique; la réunion était nombreuse, on prenait le thé, on jouait au whist, quand on éprouva un choc très violent; une glace fut brisée. Les rues, d'abord désertes, se remplirent de gens à peine vêtus, courant en criant : *Tiembla! tiembla!* On chantait le cantique de circonstance :

Santo Dios,
Santo fuerte,
Santo immortal,
Libranos de todo mal.

Je courus chez moi; dans ma chambre, les meubles étaient déplacés. Je revêtis mon uniforme, je m'armai. On ne sait jamais ce qui peut arriver au milieu d'une population effrayée.

Au moment de descendre, je ressentis une forte secousse; aussitôt l'air fut rempli d'une poussière étouffante. L'intérieur du Colegio de San Bartolomé venait de s'écrouler; heureusement les élèves avaient fui au premier choc. La terre oscillait encore; je me plaçai dans l'encadrement de la porte cochère (on doit toujours choisir pour abri une voûte, une embrasure de croisée). A peine y étais-je, que je vis un jeune domestique complètement fou, riant aux éclats et priant; je l'empêchai de sortir, et je ne sortis moi-même que lorsque le calme fut rétabli. Je suivis la rue Royale (calle Reale) pour atteindre Santo Domingo, où la population affluait de toutes les directions. Je heurtai un Anglais, un géant, criant à tue-tête : *Death! Death!*

Sur la place du couvent on voyait un triste spectacle. Là bivouaquaient des malheureux presque nus ; il faisait froid, la nuit était sereine, la lune dans tout son éclat éclairait cette scène de désolation. Des moines récitaient des oraisons.

A 1^{h} du matin, on entendit un rugissement effrayant,

un *bramido ;* ce fut aussitôt une clameur, des cris déchirants sortant de la foule. Cependant, la terre n'avait pas été ébranlée.

Je quittai le bivouac de Santo Domingo avec quelques officiers pour aller à l'état-major.

Dans les rues, on voyait nombre d'individus qui n'avaient pas fui loin des habitations ; ils manifestaient les mêmes craintes, la même stupeur qu'on avait observées à Caracas en 1812.

L'aspect de la Plaza Mayor était curieux. La cathédrale avait résisté, mais la solidité d'une des tours était sérieusement compromise ; le péril semblait imminent, et cependant toutes les marches de l'Alto Santo étaient envahies par de pauvres gens, la bouche collée contre la pierre et agitant les bras. On les aurait pris pour des convulsionnaires ; ils l'étaient peut-être.

Le palais du gouvernement se trouve en face de la cathédrale ; le vice-président de la République, le général Santander, se trouvait là. On jugea qu'il fallait dégager l'église, afin d'empêcher les fidèles d'être écrasés. On forma plusieurs détachements sous la conduite d'un officier. Je m'avançai avec un piquet de dragons ; la foule ne voulait pas se retirer, on eut recours à la force.

On comprend ce qu'on éprouve lorsqu'un tremblement de terre surprend dans l'intérieur d'une maison, mais au dehors on se croit en sûreté ; néanmoins, chez le plus grand nombre, la peur persiste, c'est une panique, on ne raisonne plus, la superstition s'en mêle. A Bogota, à Caracas, partout, le peuple se comporte comme si le monde allait finir, tous les rangs sont confondus.

A Bogota, la nuit s'acheva sans incident ; le sommeil fit cesser les prières, les chants religieux, les pénitences volontairement imposées ; le soleil se leva radieux. Rien ne rassure, ne console comme la lumière. Chacun chercha un asile : les uns rentrèrent dans leurs demeures, les autres

allèrent loger dans des fermes (*haciendas*), dans des villages à maisons couvertes en chaume. La famille du colonel Barrio Nuevo m'offrit un gîte dans sa belle campagne de la Huerta de Jaime.

En somme, il n'y eut pas de grands malheurs à Bogota; le premier choc, en faisant sortir les habitants, les avait préservés d'accidents. Il y eut plusieurs édifices rendus inhabitables.

D'ailleurs on croit généralement que, lors des tremblements, il n'y a jamais une secousse unique; il y en a deux se succédant à un court intervalle : la *tremblora* et ensuite le *tremblor,* qui est le plus violent.

Je ne sache pas de crainte plus persistante que celle inspirée par un tremblement de terre : c'est que, en réalité, le danger peut se reproduire à chaque instant. Ceux qui s'étaient installés à la campagne ne venaient que rarement en ville et repartaient dans la soirée; car, lorsqu'il y a appréhension, on est moins rassuré dans l'obscurité. Que de nuits j'ai passées sans sommeil dans des situations périlleuses, dans une forêt, dans un poste avancé, près d'Indiens hostiles, où je dormais profondément lorsqu'il faisait jour!

Nous passions d'agréables soirées chez le colonel Barrio Nuevo. La « tertulia » se prolongeait au delà d'une heure raisonnable; on causait, on écoutait des histoires. Je racontais la destruction de Caracas. Pourquoi Bogota, en 1826, ne fut-il pas renversé comme l'avait été cette ville en 1812? La seconde secousse fut cependant très forte, à mouvement ondulé, durant plusieurs secondes; néanmoins, la presque totalité des édifices résistèrent ou ne furent que peu endommagés.

Dans la Nueva Granada, les tremblements de terre sont fréquents, mais ils n'ont jamais occasionné de grands désastres. Ces différences dans les effets produits paraissent tenir à des conditions géologiques. Les localités où les

tremblements ont eu des effets désastreux : Rio Bamba, Caracas, Quito, etc., sont sur des terrains cristallins, granits, gneiss, trachytes. Les localités où ils ont causé peu de dommages sont sur des roches sédimentaires, grès, calcaires, alluvions. Les montagnards des Cordillères ont le sentiment de ces diverses situations en disant d'un terrain qui échappe aux fortes ondulations « qu'il fait pont (*hace puente*) ». Le choc souterrain qui naît et se propage dans la roche cristalline est amorti, atténué par les dépôts arénacés, les alluvions qui lui sont superposés. L'influence de la nature des roches sur l'intensité du mouvement manifesté à la surface est incontestable ; c'est ce dont j'ai pu m'assurer dans un nivellement barométrique exécuté depuis la Guayra jusqu'à Bogota.

Lorsqu'on est surpris par une trépidation, le moindre dérangement des objets environnants chasse les habitants d'une maison. Un soir que l'on jouait gros jeu chez un de mes amis à Bogota, on ressentit une légère oscillation ; immédiatement, et c'était bien naturel, on se précipita hors du salon pour gagner la cour, et l'on fit même cette remarque que, de tous les joueurs, un seul conserva assez de présence d'esprit pour ramasser son enjeu.

L'appréciation de la durée du temps, toujours difficile, devient impossible quand on éprouve une forte émotion ; cependant j'ai eu l'occasion de constater que la terre tremble quelquefois pendant plusieurs minutes : ce fut en 1827 dans la Nouvelle-Grenade, à Supia, et dans les contrées voisines, sur une étendue de plus de 30 000 lieues carrées. A Bogota, selon le Dr Roulin, le sol avait remué pendant six minutes. J'habitais alors, à la Vega de Supia, une maison recouverte de feuilles de palmier. Assis devant une table, sur laquelle se trouvait un chronomètre, je me sentis fortement secoué ; aussitôt je me mis à compter le temps. Je puis assurer que l'agitation dura cinq minutes. Un peu après, il y eut au sud et comme dans l'air

un bruit comparable à celui d'un coup de canon, qui se reproduisit de trente en trente secondes avec une étonnante régularité. D'après les rapports qui me parvinrent, on entendit ces détonations dans toute la vallée du Cauca. On reconnut toutefois que les volcans de Ruiz, de Purace, n'avaient pas fait éruption.

Je mentionnerai encore un tremblement de terre auquel j'ai assisté à la Vega de Supia. La position était assez inquiétante. J'inspectais, accompagné de quelques officiers des mines, les travaux de Marmato, exécutés sur un gisement de pyrites aurifères. Nous étions parvenus à une taille où travaillaient une trentaine de mineurs ; il y avait là quatre-vingts à cent ouvriers, en comptant les rouleuses. La galerie horizontale avait 300^{m} ; il était 5^{h} du soir quand nous éprouvâmes un choc violent ; une masse de pyrite se détacha du toit de la taille et les fragments blessèrent grièvement au pied une des négresses employées à porter le minerai. Décrire la confusion qui suivit serait impossible ; tous les mineurs, les porteuses (esclaves) se précipitèrent à l'entrée de la galerie en criant : *Tiembla! tiembla!* et en chantant le *Santo Dios*. En un moment, l'issue fut obstruée ; les derniers arrivés voulaient s'ouvrir un chemin avec leurs outils. J'eus le bonheur de maintenir l'ordre et de sauver une centaine de mineurs par l'étroite galerie où, sans aucun doute, ils auraient tous péri étouffés, si je n'étais parvenu à dissiper la terreur que justifiaient du reste les *bramidos* sinistres, les bruits souterrains auxquels se joignaient les prières, les chants funèbres d'une foule égarée. Je sortis le dernier, comme c'était mon devoir, en accompagnant la négresse blessée.

Dans une mine, un tremblement de terre est d'autant plus effrayant que le mineur a devant lui l'image du tombeau où il va être enseveli.

Les observations météorologiques exécutées pendant les

secousses souterraines établiraient qu'il n'y a aucune relation entre les phénomènes atmosphériques, la pression, la température et l'action géologique.

Ainsi que l'a dit Thibaut de Chauvalon : « Les révolutions les plus considérables de l'atmosphère n'en altèrent pas la marche; pendant les pluies, les orages, les vents, et nous ajouterons le mouvement du sol, le mercure monte ou descend dans le baromètre si c'est son heure de monter ou de descendre, comme si tout était tranquille dans l'air. »

Nous nous bornerons à signaler les tremblements qui ont produit de grands désastres.

Avant la conquête, Rio Bamba était la résidence des souverains. Les Incas y avaient élevé un palais, un temple du Soleil, un *tambo* ou hôtellerie. La ville était à l'extrémité d'une plaine. La population de la province s'élevait, assure-t-on, à 20000 habitants.

Le 4 février 1797, à 7^h 45^m du matin, la terre trembla et Rio Bamba fut détruit.

Il est rare de voir le sol ébranlé sur une petite surface.

Lorsque, sur un emplacement nouveau, on éprouve tout à coup des ondulations, on regrette une ancienne situation où l'on suppose que tout est apaisé.

C'est surtout, comme le rapporte Humboldt, dans Rio Bamba, rebâtie en 1798 sur la plaine de Tapia, qui s'étend au pied du Capac Urcu, qu'on peut saisir ces revirements de l'opinion populaire. De fréquentes secousses, accompagnées de craquements extraordinaires et de coups de tonnerre souterrains qui se faisaient entendre par intervalles, nous réveillaient pendant la nuit. C'était le premier mouvement que l'on sentait en ce lieu, et il suffit pour détruire toute la confiance qui avait fait prendre la résolution de reconstruire la ville.

Voici, d'après un document officiel, les décès qui eurent lieu dans la province le 4 février 1797.

Corregimiento de Rio Bamba.....	13	prêtres.
	28	religieux.
	103	nobles.
	4875	blancs et métis.
	1017	Indiens.
Total.	6036	
Corregimiento de Ambato.....	3	prêtres.
	2	religieux.
	10	nobles.
	5893	blancs et Indiens.
Total.	5908	
Corregimiento de Latacunga.....	1	prêtre.
	1	religieux.
	4	nobles.
	228	blancs et Indiens.
Total.	234	
Corregimiento de Guaranda.....	17	blancs et métis.
	50	Indiens.
Total.	67	
Tenencia de Alansi.....	6	blancs et métis.
	42	Indiens.
Total.	48	
Somme totale des morts.....	12563	

Au moment ou Rio Bamba était renversé, un phénomène curieux se passait à quelques milles au sud, à l'altitude de 2540 mètres. Une masse de matières boueuses surgit pendant plusieurs jours en grande abondance de la source de Pelileo et s'écoula dans le rio Patate, détruisant les habitations, les fabriques, les moulins. On entendait les cris : *Turu viene!* signifiant en langue quincha : « La boue arrive. » L'eau de Pelileo a une saveur légèrement saumâtre; on lui attribue la faculté de faire disparaître le goitre.

Les oscillations ressenties le 4 février 1797 se propa-

gèrent plus au sud. Latacunga (1) fut aussi fortement ébranlé. C'est un dépôt de trachyte ponceux; aussi les maisons sont-elles toutes construites en pierre ponce, couvertes par des terrasses et des voûtes de la même pierre. C'est un amas de ruines et l'on peut à peine concevoir comment la cathédrale, avec des pans de murailles d'une grande épaisseur, a pu être entièrement renversée. Elle semblerait avoir été détruite par un feu de mine ayant agi dans les fondations. Latacunga a été fondée en 1534. En 1831 cette ville présentait un affligeant spectacle : c'étaient les décombres des tremblements de 1690 et de 1757. Les éruptions du Cotopaxi y ont occasionné les secousses les plus violentes : celles de 1669, qui renversèrent les édifices en ensevelissant 8000 personnes, et de 1747 où moururent 4000 âmes.

On affirmait que le mouvement se propage au loin. On parlait des merveilles de la lagune de Quilatoa. De temps à autre, ce lac émettait, disait-on, des flammes ; il s'y produisait des détonations. Il n'en fallait pas davantage pour engager La Condamine, qui, en 1738, était à Latacunga, à entreprendre une excursion à Quilatoa. Il reconnut à ce lac circulaire 200 toises de diamètre ; l'eau était à 20 toises au-dessous du niveau des bords.

En 1831, je visitai aussi la lagune. On ne saurait mieux la comparer qu'à un cratère dont le fond contiendrait de l'eau ; son altitude est de 3920^{m}. Elle est dans la région froide entourée de pâturages ; 500^{m} plus bas se trouve la bergerie de Piliputzin ; à l'est, la Cordillère est couverte de forêts inexplorées. Les renseignements que me donnèrent les bergers firent disparaître tout le prestige attribué au lac : jamais on n'avait vu de flammes, jamais on n'avait entendu de détonations. Rien n'était changé depuis l'excursion de La Condamine. On assistait à la même scène à

(1) Latitude de Latacunga, 1° Sud. Altitude, 2,860^{m}.

un siècle de distance : des moutons, un berger et un académicien.

Les émissions de boue, telles que celles de la Moya de Pelileo, ne sont pas rares. Les volcans, dont l'altitude n'atteint pas les Nevados, sont environnés de marécages. En somme, l'eau est partout près des foyers volcaniques, et il est hors de doute qu'elle intervient, en s'insinuant avec lenteur et en fournissant de la vapeur aux fumerolles, aux solfatares. A ces manifestations peu intenses, à cet état de repos, succèdent subitement les éruptions les plus désastreuses : c'est quand, par suite d'un ébranlement, l'eau, la neige, pénètrent dans l'intérieur du sol. Aussi les tremblements de terre sont-ils souvent les signes précurseurs des grandes éruptions. Alors les neiges disparaissent; des avalanches, des torrents de boue se précipitent sur la pente de la montagne, pendant que du cratère sont lancées des roches incandescentes. Durant ces paroxysmes, les *montagnes* sont si fortement ébranlées, qu'il arrive que leurs sommets les plus saillants, les moins étayés, se détachent, *roulent* dans les vallées, où leurs débris forment les *rumipambas,* ces champs de pierres que l'on prendrait pour des moraines d'anciens glaciers si l'on n'avait pas assisté à la catastrophe qui les a amenés. C'est ainsi que s'écroula le Capac Urcu, dont la hauteur dépassait celle du Chimborazo.

Les académiciens français envoyés au Pérou furent témoins d'une de ces formidables commotions. C'était le 15 juin 1742. Campés près d'un signal placé sur le Pichincha, ils virent le matin un tourbillon de fumée s'élever du Cotopaxi. Une partie des neiges, paraissant en fusion, inondèrent le pays. En 1743 et en 1744, de nouvelles éruptions furent plus terribles encore : le feu sortait des flancs du volcan; une masse d'eau, qu'on aurait pu croire en ébullition, couvrit en quelques minutes plusieurs lieues carrées, entraînant de la glace et des rochers. C'est l'eau qui inter-

vient aussi dans les volcans de Java, dont les produits rappellent ceux des Andes : boues liquides, pierres incandescentes, cendres et, ce qui est surtout très caractéristique, absence de laves.

L'eau est émise en si prodigieuse quantité par les cratères, par les sources thermales, qu'il est réellement impossible de supposer qu'elle ne vienne pas de l'extérieur : des mers, lorsque les volcans sont près d'un littoral à une faible altitude; de l'atmosphère, c'est-à-dire des pluies, des neiges, des lacs, quand les bouches ignivomes sont ouvertes à des hauteurs de 3000^{m} à 6000^{m}. C'est l'opinion qu'adopta Gay-Lussac lorsqu'il se trouva en présence du Vésuve, avec Humboldt, de Buch et le futur libérateur de l'Amérique du Sud, Bolivar.

Humboldt dit que pour le nouveau continent il est difficile de remonter plus haut que la conquête espagnole, lorsqu'il s'agit de discuter la véracité des phénomènes dont on a conservé le souvenir et la date en raison de l'effroi qu'ils ont causé. Ces dates sont certaines quand les événements ont eu lieu sous le règne des souverains de la dynastie des Incas.

En ce qui concerne le Pichincha, on cite six éruptions de 1534 à 1660.

La première fut constatée par le conquistador Pedro de Alvarado qui, à la tête de deux cent trente cavaliers, commit cet acte de témérité de gravir depuis la mer du Sud jusqu'au plateau de Quito. Les soldats furent assaillis par des cendres qui les aveuglaient et par des roulements de tonnerre souterrains. Au milieu des souffrances causées par le froid et la faim, Pedro de Alvarado eut une grande surprise en découvrant sur le terrain des empreintes de fer à cheval ; il perdait ainsi l'espoir d'arriver le premier pour s'emparer des trésors de Quito, objets de tant de convoitises ; d'autres Espagnols, de la suite de Belalcazar, l'avaient devancé.

Durant le XVIe siècle, à l'Équateur, les Andes furent dans un état effrayant d'irritation volcanique.

Depuis l'horrible scène de 1588, dit Burton, le Pinchincha était au repos; mais le 27 octobre 1660, entre 7^h et 8^h du matin, Quito fut dans le plus grand péril; au milieu de nombreux craquements, semblables à des coups de tonnerre, des quartiers de roches, des flots de résine et de soufre descendaient dans la mer le long du Rucu Pichincha. Des flammes sortaient du cratère, mais la pluie de cendres qui tombait sur la ville ne permettait pas de les apercevoir; le sol se soulevait et s'abaissait. Ces fluctuations durèrent huit à neuf heures. L'obscurité persistait; on allait dans les rues avec des lanternes dont les lumières, brûlant difficilement, n'éclairaient que les objets voisins. Les oiseaux, suffoqués par l'air épais, tombaient morts.

Dans ce tableau, un peu coloré sans doute, l'indice de l'éruption fut uniquement la chute de cendres qui s'abattirent sur la ville. Ce qu'il y eut de menaçant, ce fut un épouvantable tremblement; car les habitants n'eurent pas conscience de ce qui se passait au fond du gouffre où sont les bouches volcaniques. Les produits de l'éruption, blocs de rochers, boues sulfureuses, furent entraînés par les torrents allant à l'océan Pacifique.

Le Purace, si calme lorsque je le visitai, eut dans le cours de 1849 une série d'agitations. Le terrain environnant fut inondé par une boue qui, en se consolidant, avait formé au point d'émission une enceinte circulaire d'une centaine de mètres, une sorte de cratère d'épanchement. Les années suivantes, il y eut de nombreuses secousses : c'étaient les signes de la catastrophe du 4 octobre 1869.

A 3^h du matin, le Purace fit une éruption formidable; des pierres incandescentes, des cendres furent lancées à plusieurs lieues; les lits de l'Anambio, du Pasambio s'encombrèrent de boues sulfureuses; la mission du Purace fut

détruite. Deux jours après, le 6 octobre, à 3^h de l'après-midi, il y eut une seconde éruption : les projectiles atteignirent Popayan, située à plus de 27^{km}. Des masses considérables de matières noires, mêlées de soufre, dévastèrent toute la contrée.

Dans les Andes ces émissions boueuses ne sont pas rares ; aussi les montagnards disent-ils que leurs volcans lancent à la fois le feu et l'eau.

Sur le plateau de l'Équateur, la mobilité du sol est en quelque sorte permanente ; mais elle n'est pas toujours due à une action volcanique.

A la base de l'Antisana, à Lysco, on aperçoit un amas de pierres dont les fragments auraient surgi il n'y a pas longtemps.

La pente du Yana Urcu, qui regarde Calpi, est formée d'une immense quantité de roches rappelant l'éruption de Lysco. C'est une large bande, d'une longueur de 2 ou 3 milles, de menus fragments de trachyte à angles vifs, indiquant qu'ils n'ont été ni fondus ni roulés ; on ne saurait mieux les comparer qu'aux matériaux de route attendant le rouleau compresseur.

En 1868, le 15 août, la terre trembla à Quito. A $1^h 40^m$ du matin, on entendit un bruit sourd et lointain qui s'approchait et augmentait d'intensité comme la foudre. Il se produisit un léger mouvement qui, heureusement, dura à peine quinze secondes. Les cloches sonnaient d'une façon lugubre et discordante. Après les premiers instants de stupeur, la population sortit précipitamment des maisons, et, comme il y eut plusieurs secousses consécutives, on quitta la ville. On attendait avec anxiété l'arrivée du jour, et l'on constata avec stupéfaction que les églises de Saint-Augustin, des Carmes, de Santa Clara étaient endommagées. On apprit que Imbabura, située au nord, avait été entièrement détruite. La terreur ne connut plus de bornes, l'émigration fut générale.

Dans les environs du lac San Pablo, auquel les Indiens ont conservé l'ancien nom de Chilcapan, on ne voyait plus que des ruines. La population a gardé son idiome, ses usages; on y rencontre des convois de lamas.

La cité d'Otavalo était aussi renversée. Les villages, les fermes, sur toute la plaine comprise entre Otavalo et Ibana, étaient abandonnés.

Imbabura avait été fondée en 1606 par Miguel de Imbabura, non loin de Carangui, métropole des Caras et patrie de Atahualpa (1). La terre était bien cultivée. Le pic appartient à un rameau oriental de la Cordillère. Ce groupe de trachyte, en face de Cotacachi, présente un volcan éteint dont le cratère est le lac de Cuicocha.

On affirme que le nombre des victimes dans la province d'Imbabura a été de 9000 à 10 000.

La désagrégation de roches est fréquente dans les Andes et la chute d'une partie de montagne peut ébranler le sol et l'agiter comme le ferait un tremblement.

Nous en citerons quelques exemples.

Le cône de Tolima, la plus haute montagne du nouveau continent au nord de l'Équateur (5584^m), est à deux lieues d'Ilbague, dans le Quindiu; il faut plusieurs jours, en remontant le rio Combaima, pour atteindre la limite inférieure des neiges et rencontrer la *soufrière de Juan,* dont l'altitude est de 4120^m. A 4690^m, dans une crevasse dont le fond contenait une boue consolidée, le thermomètre marquait 50°. La température, à l'air, était de 1° à 2° au-dessous de zéro. Au lever du soleil, des blocs de roches commençaient à se détacher du pic, et cette avalanche, dont j'ignore la cause, continuait en se ralentissant.

Ce n'était pas sans danger que nous traversions, M. Goudot le botaniste et moi, la pente du volcan. De notre station, on distinguait nettement d'autres nevados :

---

(1) Latitude, 21′ N.; altitude, 2220 mètres.

le Tolima, le Santa Isabella, le Ruiz, formant un vaste et resplendissant amphithéâtre de glace. Sur le Tolima, la terre n'avait pas sensiblement remué; cependant on se rappelle une grande éruption du 12 mars 1595, citée dans un manuscrit de l'histoire de la Nouvelle-Grenade, de Fra Pedro Simon. Elle s'annonça par trois violentes détonations; on vit fondre subitement la neige du sommet; deux rivières s'accrurent considérablement et furent arrêtées dans leurs cours par l'éboulement de masses de rochers, qu'elles renversèrent en occasionnant une inondation.

L'agitation due à une éruption est, pour ainsi dire, locale. Elle peut être faible ou forte, tandis qu'un tremblement se propage à de grandes distances : ainsi la roche Pasto était toujours ébranlée. Nous y étions entourés de fumerolles et assourdis par les *bramidos*. A la base du volcan, dans la plaine, il n'y avait eu aucun mouvement

Une troisième ascension de Humboldt sur le Pichincha présente un fait intéressant, en ce qu'il caractérise nettement l'action du volcan. A partir de $1^h 30^m$ de l'après-midi, le rocher fut violemment agité.

On n'entendait cependant rien qui ressemblât au bruit du tonnerre. Le célèbre voyageur compta quinze commotions en trente-sept minutes; le soir, il apprit que ce tremblement n'avait pas été ressenti à Quito, qu'il ne s'était pas étendu au delà de l'enceinte du cratère. Humboldt ajoute : « Cette sensation est analogue à ce que j'ai éprouvé sur le Vésuve lorsqu'il rejetait les scories. Quand on est assis au dedans du cratère, au pied des petits cônes d'éruption, on sent, quelques minutes avant chaque bordée, une secousse purement locale, dont on ne s'aperçoit pas à l'Ermitage ni à Portici. Ce sont des phénomènes dont la cause est dans le cratère même, très près de la surface, et qui diffèrent tout à fait de ceux qui ont leurs principes à de grandes profondeurs et dont le cercle d'ébranlement s'étend à une centaine de lieues. »

La vallée de la Vega, le Cauca, est dans une syénite porphyrique. Elle est dominée à l'ouest par Riosucio de Enguruma, à l'est par le Tacon. Ces deux stations sont séparées par un torrent. Au bas du Tacon, quelques familles indiennes cultivaient du maïs et de la canne à sucre.

Un jour du mois de novembre 1819, à 7^h du matin, on vit de Riosucio le Tacon s'écrouler en ensevelissant les malheureux cultivateurs. A la base de l'escarpement, des blocs de syénite porphyrique, entassés sur une hauteur d'une vingtaine de mètres, formaient une coulée s'étendant à 2^{km}. Sept ans après, je vis l'éboulement recouvert d'une forêt de mimosas.

Un fait de désagrégation spontanée aussi bien caractérisé que celui de Tacon me fut révélé dans un voyage de Popayan à Pasto. Je descendais de Muechisa dans la vallée du Guaytara. Parvenu à un point d'où l'on embrassait le cours de la rivière sur une grande étendue, le guide me fit remarquer sur la rive gauche une énorme protubérance de roches, puis il ajouta : « Là était l'hacienda del Arguello. De l'endroit où nous sommes je vis accourir sur la plage les gens de la ferme fuyant devant un torrent de pierres. On distinguait les maîtres, les esclaves; je les vis s'agenouiller, lever les bras vers le ciel, puis disparaître sous les décombres (1). »

Ce n'est pas uniquement la chute d'un pic qui fait vibrer le sol, comme il est arrivé lors de l'écroulement du Capac Urcu. On a vu la masse de neige recouvrant une montagne escarpée glisser et tomber dans une station inférieure, déterminant des accidents comparables à ceux d'un tremblement; c'est ce que j'ai reconnu en visitant le fameux pont suspendu jeté sur le Tenipe par les Incas. Pour aller à l'annexe de Puebla, on traverse des débris

(1) C'était en 1813. 80 personnes furent ensevelies sous la roche.

de trachyte qui entourent la base du Tunguragua; on aperçoit de là la cime du volcan couverte de neiges, dont la hauteur est de 5200^{m}. J'aurais essayé d'y parvenir, si l'habitude que j'avais de juger des distances ne m'eût fait présumer que cette ascension exigerait plusieurs jours. L'alcade de Puebla n'était pas de mon avis, il assurait que j'atteindrais les neiges en quelques heures; il fit appeler un chargeur de glace, qu'il me donna pour guide. C'était un Indien, idiot, parlant à peine l'espagnol. Sans tenir compte de l'éloignement du volcan, j'avais la certitude qu'il faudrait gravir une verticale de 4000^{m}, je tentai néanmoins l'exploration. Le lendemain, à 8^{h}, on partit de Puebla, à 10^{h} on était au milieu d'une forêt. La vigueur de la végétation prouvait que nous étions bien au-dessous du niveau inférieur des neiges, et je dis alors à l'Indien qu'il fallait retourner au village. Il tâchait de faire comprendre que l'on devait continuer à monter. J'insistai, le guide disparut en criant : « Monter glace! » Une demi-heure après il revint avec un gros bloc de neige. Le crétin avait eu raison. Le baromètre indiqua 3660^{m}.

La neige était tombée du Tunguragua dans l'anfractuosité de Grandisagua ; elle formait une longue voûte d'où s'écoulait de l'eau à la température de + 4°,4. La masse neigeuse avait une épaisseur de 6^{m} à 7^{m}, sur une étendue de 1^{km}, jusqu'à un amas de roches qu'on ne put escalader. On était alors à 4080^{m}.

Le Tunguragua est en activité depuis un temps immémorial. Une éruption formidable eut lieu en 1777.

En 1669, des secousses violentes renversèrent presque tous les édifices de Tacunga et firent périr 12000 habitants.

Les neiges rassemblées dans le Grandisagua rappellent tout à fait les glaciers des Alpes et des Pyrénées, avec cette différence que, probablement, en raison de la constance de la température, ce glacier est stable ; il ne se

meut pas comme les glaciers d'Europe en suivant une ligne de pente et poussant les moraines en avant.

Une terre, quelles qu'en soient la constitution, les propriétés physiques, dérive toujours directement ou indirectement des roches cristallines, des roches ignées : directement, quand elle vient d'une espèce minérale, telle que le trachyte, le basalte, les laves ; indirectement, si ses éléments ont appartenu au grès, au calcaire, aux assises stratifiées, car les sédiments procèdent tous des roches. C'est en énorme quantité que les bouches ignivomes ont rejeté et rejettent encore les substances non agglomérées, pulvérulentes, qui se refroidissent sans prendre de cohésion en sortant du foyer.

Depuis deux siècles, le volcan de Sangai lance sans interruption des cendres meubles qui recouvrent plusieurs lieues carrées, sur une épaisseur que l'ingénieur Wisse a évaluée à plusieurs centaines de mètres.

Ces émissions, accomplies à une basse température, constituent des amas considérables. Ainsi, dans l'Inde, les scories, les poussières du Tamboro, lors d'une éruption mémorable par les désastres qu'elle occasionna, représentaient, d'après M. Lauguel, un volume estimé à trois fois celui du mont Blanc.

Une autre cause énergique de destruction des roches provient d'actions chimiques déterminées par des influences météorologiques. Les silicates sont alors profondément altérés. L'orthose, l'oligoclase du granit perdent leur éclat, deviennent terreux, friables en se transformant en argile, en kaolin. Le fer des silicates passe au maximum d'oxydation.

L'oxygène, l'acide carbonique de l'atmosphère, l'eau, sont les agents principaux de ces modifications, qui pénètrent quelquefois très avant dans les roches, au milieu desquelles le mineur trouve çà et là des parties échappées à la décomposition.

Les monuments nous montrent de ces granits, de ces syénites inaltérables. Il est rare de ne pas rencontrer sur un plateau granitique des blocs isolés, dispersés, offrant parfois les assemblages les plus fantastiques, des monolithes terminés en pivot à leur base, nommés *pierres branlantes*, parce que le moindre effort les fait remuer.

Les changements éprouvés par les minéraux constitutifs des roches ne proviennent pas d'une autre disposition moléculaire ; ils sont complètement transformés ; quelques-uns de leurs éléments sont exclus : les silicates perdent leur alcali ; la potasse, la soude, la chaux, la magnésie donnent des carbonates ; la silice est mise en liberté.

Les fleuves portent au loin les matériaux désagrégés ; des montagnes entières disparaissent par ces actions lentes et continues ; les graviers, les sables, les limons, sont la base du sol où les végétaux se développent.

A mesure que les silicates s'altèrent, ils se rapprochent de l'argile qui, en s'unissant à l'eau, devient plastique et entièrement insoluble ; c'est une sorte de jalon, de point de repère, signalant la nature des principes éliminés. Au bord de la mer, ces alluvions fertiles, ces polders, dont l'agriculture hollandaise tire un si grand parti, occupent une vaste étendue.

La masse de ces débris terreux entraînés par les eaux est immense ; on s'en fera une idée par les dépôts annuels de limon formés dans les deltas du Nil, du Gange, du Mississipi.

Aux effets qu'on vient de signaler : le mouvement à l'intérieur, l'ébranlement, la rupture de la roche à la surface, la désagrégation, le changement dans la constitution des dépôts sédimentaires par l'action incessante de l'eau associée aux éléments de l'atmosphère, il faut ajouter la mobilité, les déplacements imprimés à la croûte du globe

avec une telle lenteur qu'ils passeraient inaperçus loin des côtes, où le niveau moyen des mers ne serait pas un point de repère.

C'est en Suède que cette singulière *animation* de roches inaltérées a été mise hors de doute par des entailles pratiquées sur du granit.

En 1730, ces entailles étaient de $0^m,18$ au-dessus de l'eau. Celsius expliquait cette différence de niveau par les abaissements de la Baltique. Depuis, en discutant les changements de situation apparente de nombreux points de repère incrustés sur la roche, on est arrivé à cette conclusion : qu'il y aurait un mouvement de bascule de la chaîne côtière.

Au Chili, sur le littoral, les exhaussements se sont développés sur une longueur considérable et fort irrégulièrement. Ainsi, près de Valparaiso, le terrain se serait élevé, dans une période comprise entre 1817 et 1834, de $0^m,19$ par an.

Les informations recueillies sur les effets des tremblements sont souvent empreintes d'une exagération dont on peut se convaincre quand, ce qui est rare, il est possible de consulter les relations officielles. Par exemple, on a imprimé que, en 1837, au Chili, une tige enfoncée de 10^m dans le terrain avait été projetée par une secousse verticale; on n'a jamais pu obtenir une preuve de ce fait.

On a dit qu'à Rio Ramba, lors de la ruine de 1797, des cadavres avaient été lancés sur une colline de plus de 100^m de hauteur. On a assuré qu'il n'y avait eu aucune projection.

Suivant un rapport de 1812 sur la destruction de Caracas, le sol aurait été agité comme un liquide en pleine ébullition; or Delpech, dans sa relation détaillée, n'en dit pas un mot.

Les cataclysmes résultant d'une secousse terrestre ne

sont pas toujours décrits exactement par ceux qui les ont observés de stations relativement peu éloignées. Des signaux érigés sur le Pichincha, des académiciens français assistèrent à de terribles éruptions du Cotopaxi. Pour eux, les neiges fondues, la boue, se précipitaient dans la vallée; l'enveloppe neigeuse n'avait cependant pas disparu en totalité comme ils le croyaient; c'était une illusion, seulement il s'était produit une inondation désastreuse. C'est ce qui a été établi en 1877. Une pluie de cendres avait d'abord communiqué une teinte grise au sommet du volcan; puis, l'on vit un liquide incandescent débordant sur le pourtour du cratère. Un torrent de boue, de pierres, de neige et de fragments de glace avançait avec une vitesse de 10^m par seconde. A l'abondance de l'eau, on aurait pu imaginer que toute la neige du pic avait été fondue ou entraînée; il n'en était rien cependant; quelques semaines après, on explorait le Cotopaxi, et l'on s'assura que, sur une quarantaine de mètres d'épaisseur, le cône était recouvert de neige ou de glace alternant avec des couches de cendres. C'est un phénomène qui se présente dans la zone équatoriale quand l'éruption a lieu à travers un *nevado*.

Avant 1877, j'avais porté mon baromètre sur le sommet du pic, à la hauteur absolue de 5950^m. Je ne pus apercevoir le fond de l'abîme, où, certainement, du soufre devait brûler si l'on en juge par l'abondance de l'acide sulfureux.

Le savant Aguilar, de la Compagnie de Jésus, après avoir énuméré les tremblements de terre qui ont ruiné les populations en Amérique, a publié un Tableau intéressant des grandes commotions survenues depuis les temps les plus reculés.

En voici le résumé :

Dates.	Localités.	Remarques.
17 ans avant J.-C.	Asie.	Douze villes détruites.
107 ans après J.-C.	»	Quatre »
»	Grèce.	Deux »
»	Galicie.	Trois »
115 ans après J.-C.	Antiochia.	Violentes secousses.
De 129 à 341.....	Orient et Rome.	Grands tremblements de terre.
358.....	Asie.	150 villes détruites.
391.....	Orient.	Disparition de diverses cités.
419.....	Palestine.	Violentes secousses.
446.....	Constantinople.	Chute des édifices.
Septembre 458...	Antiochia.	Grandes avaries.
» ...	La Thrace.	»
» ...	Hellespont.	»
477 et 479.....	Constantinople.	»
494.....	Laodicée.	Ruines.
»	Hiérapolis, etc.	»
Septembre 542...		Tremblements universels.
550.....	Syrie, Palestine.	Terribles secousses.
»	Mésopotamie.	»
553.....	Byzance.	Ruinée.
26 octobre 740....	Constantinople.	»
742.....	Égypte.	Grands tremblements.
746.....	Syrie, Palestine.	»
749.....	Syrie.	Déplacement de terrain.
801.....	France, Italie.	Forts tremblements de terre.
»	Allemagne.	»
860.....	Perse, Syrie.	»
867.....	La Mecque.	»
1117.....	Lombardie.	40 jours d'agitation du sol.
1289.....	France.	Tremblement.
5 décembre 1548..	Naples.	Ruines.
» ..	Brindisi.	»
1508 et 1509.....	Constantinople.	Nombreuses victimes.
1517.....	Allemagne.	»
1531.....	Portugal.	»
1571.....	Angleterre.	Crevasses.
1584 mars.....	Piémont, Suisse.	Ruines.
»	Dauphiné, Bourgogne.	»
1590 septembre...	Autriche.	Tremblement.
1596.....	Angleterre.	Secousses.

Dates.	Localités.	Remarques.
1638.....	Calabre.	Bruits souterrains.
1657.....	Norvège.	Violents tremblements.
1660.....	France.	»
1667.....	Raguse.	»
1688.....	Naples.	»
1693.....	Messine.	»
1699.....	Chine.	Nombreuses victimes.
1726.....	Chine.	»
1731 et 1734.....	Angleterre.	Tremblement.
1742.....	Libourne.	»
1748 et 1750.....	Angleterre.	»
1755.....	Lisbonne.	Nombreuses victimes.
5 février 1785....	Calabre.	Nombreuses secousses.
1803.....	Espagne.	Tremblement.
3 juillet 1805.....	Naples.	»
2 février 1816....	Portugal.	»
Avril 1817.....	Chine.	»
Février 1818.....	Sicile.	»
Juin 1819.....	Bougie.	Destruction des édifices.
11 janvier 1839...	Martinique.	Tremblement.

Toutes les relations sont d'accord sur la rareté des tremblements de terre dans certaines conditions. Il est des roches où la propagation d'une onde est difficile, où le terrain *fait pont*. Il suffit qu'une couche émerge à la surface du sol pour que les secousses y soient rares et presque sans effets, comme dans les plaines de l'Allemagne du Nord, dans les *llanos* de l'Amérique méridionale. C'est ce que j'ai appris, sur les rives du Méta, du Cassiquiare, de l'Apure, dans les missions de l'*Orénoque :* lors du tremblement de terre de 1812, il n'y eut dans ces parages que de très légères ondulations.

SUR LA

FORMATION DES TERRES NITRÉES

DANS LES RÉGIONS TROPICALES;

PAR MM. A. MUNTZ ET V. MARCANO.

On trouve fréquemment, dans les pays intertropicaux, des terres nitrées, incomparablement plus riches en nitrates que les sols les plus fertiles de nos contrées. Les voyageurs qui ont parcouru les régions équatoriales, et particulièrement A. de Humboldt et M. Boussingault, ont attiré l'attention sur les terres nitrées de l'Amérique du Sud.

Les phénomènes de la nitrification se manifestent avec une énergie exceptionnelle dans ces régions; c'est là qu'on trouve réunies les conditions les plus favorables, principalement les matières organiques azotées, guanos, etc., et une température élevée. On y rencontre aussi, en permanence pour ainsi dire, les phénomènes électriques qui opèrent, aux dépens des éléments de l'air, la combinaison de l'oxygène et de l'azote. Aussi trouvons-nous là des quantités énormes de nitrates existant soit à l'état de gisements, soit à l'état disséminé dans les terres.

L'origine des nitrates si abondamment répandus au voisinage de l'équateur a été souvent discutée; elle a été attribuée, tantôt à l'action de l'électricité atmosphérique, produisant les nitrates ou nitrites qui sont amenés au sol par les pluies, tantôt à l'oxydation des résidus animaux, guanos, etc., tantôt aussi à ces deux causes réunies.

Quoiqu'il semble généralement admis aujourd'hui, sans preuve cependant, que la nitrification des résidus animaux est la source principale de ces nitrates, on attribue souvent encore une influence immédiate et prépondérante à l'électricité atmosphérique.

Nous avons entrepris sur ce sujet une série de recherches pour étudier sous les tropiques les phénomènes de la nitrification. L'un de nous, parcourant ces régions, a pu examiner un grand nombre de localités où les nitrates sont abondants, en déterminer les conditions physiques et géologiques et prélever de nombreux échantillons, dont l'examen constitue la base de ce travail.

Toutes ces recherches se rapportent au Vénézuéla, dans l'Amérique du Sud, situé au 10e degré de latitude nord et dont le climat tropical est caractérisé par les faibles variations de la température, l'inégale répartition et la courte durée des pluies, la fréquence et la violence des orages.

Déjà de Humboldt avait signalé la présence abondante de nitrates dans certaines terres de ce pays; M. Boussingault a confirmé et étendu ces observations; les indigènes connaissaient depuis longtemps les points d'où ils pouvaient extraire le nitrate nécessaire à la fabrication de la poudre.

Notre examen a porté sur les terres nitrées proprement dites, d'une richesse exceptionnelle, et il a été étendu à un grand nombre de terres arables prises dans divers endroits de cette région. Nous commençons par l'indication des gisements qui ont été explorés, par l'analyse des échantillons prélevés et par les observations qui y sont relatives.

Les terres nitrées sont surtout abondantes autour des cavernes dont quelques-unes ont été décrites par A. de Humboldt et qui servent de refuge à des oiseaux ou à des chauves-souris. Les déjections de ces animaux, ainsi que

leurs cadavres, s'accumulent dans les cavernes et forment de véritables gisements de guano ou de colombine qui débordent et se répandent à l'entour et qui, là où ils se trouvent en contact avec la roche calcaire et où l'accès de l'air est suffisant, nitrifient rapidement sous l'influence de la température élevée de ces climats.

Ce guano est formé presque entièrement de débris d'insectes, écailles d'ailes de papillons, etc., réunis là par millions de mètres cubes. La nitrification graduelle de ce guano s'observe autour de ces grottes; le nitrate rayonne pour ainsi dire tout à l'entour, quelquefois à des distances de plusieurs kilomètres: on saisit donc là, en pleine formation, le gisement de nitrate. C'est toujours en combinaison avec la chaux qu'on y rencontre l'acide nitrique; en certains points, le sol renferme des quantités assez grandes de nitrate pour être converti en une pâte plastique par ce sel déliquescent, dont la proportion s'élève souvent dans la terre à plus de 30 pour 100.

Comme exemple de cette transformation graduelle, nous pouvons citer les chiffres suivants qui se rapportent à la grotte de la Marguerite dont il va être question plus loin. Les résultats sont rapportés à 100 de matière sèche :

	Guano de l'intérieur de la grotte, pour 100.	Terre prise à l'extérieur de la grotte, pour 100.	Terre plus éloignée de la grotte, pour 100.
Azote organique	11,74	2,41	0,80
Acide azotique (combiné à la chaux).....	0,00	3,03	10,36
Acide phosphorique....	3,68	1,15	6,10

On voit l'azote organique disparaître à mesure que la proportion de nitrate augmente.

Nous donnons ci-dessous les principaux résultats de nos analyses :

Terre nitrée prise dans la caverne *la Marguerite,* située près du village appelé *la Miel.* Cette caverne se trouve presque sur le sommet d'une colline calcaire de 160^{m} de hauteur, qui repose sur les plaines d'Araure, formées par des terrains tertiaire et quaternaire. La caverne occupe toute la largeur de la colline et se continue dans la direction de l'axe de celle-ci par plusieurs galeries, reconnues sur une étendue de 100^{m}, mais dont on ignore encore la vraie longueur. La terre nitrée présente une épaisseur reconnue de 5^{m}. La caverne est habitée par des chauves-souris.

La Cordillère, sur une étendue reconnue de 3^{km}, présente six cavernes, dont quelques-unes assez grandes.

On a prélevé un grand nombre d'échantillons, tant à l'intérieur des grottes qu'à l'extérieur. Ces différents échantillons présentent des aspects variés; les uns pulvérulents, non mélangés de terre, ayant une odeur ammoniacale très prononcée, constituent évidemment les déjections relativement récentes des chauves-souris, qui n'ont pas subi d'autre altération qu'une dessiccation partielle et qu'un commencement de fermentation ammoniacale. Ce produit examiné au microscope est formé en majeure partie de débris d'insectes, parmi lesquels on reconnaît des élytres, des pattes, des écailles d'ailes de papillons, etc. On y trouve aussi des débris de vertébrés, principalement des os de chauves-souris, dont les cadavres se sont mélangés aux déjections. Ce guano, non mélangé de terre, a la composition suivante :

				Pour 100.
Matière organique azotée et sels ammoniacaux.....	72,40	contenant	azote.....	9,84
Cendres.....	9,10	»	acide phosph.	3,68
Humidité.....	18,5			
	100,0			

La proportion de cette substance, qui constitue un guano

d'une richesse assez grande, est considérable : elle remplit presque entièrement l'intérieur des cavernes; tout au moins a-t-on pu la trouver aussi loin qu'il a été possible d'y pénétrer, et des sondages effectués à 1^m de profondeur ont montré qu'ils occupaient une couche très épaisse. Elle se renouvelle constamment par les déjections des chauves-souris qui peuplent ces cavernes.

Dans quelques endroits se trouvent des alternances de couches, les unes formées par ce guano résultant de déjections animales, les autres constituées par une terre extrêmement riche en nitrate, ce qui ferait penser qu'il y a eu des époques auxquelles le phénomène de la nitrification et celui de l'accumulation des débris animaux ont tour à tour prédominé.

Dans les parties extérieures de la caverne et tout à l'entour, sur une étendue considérable, se trouvent également des terres nitrées dont la richesse varie à l'infini. Les échantillons que nous avons examinés sont mélangés de quantités très variables de matières terreuses, tantôt avec une terre calcaire, accompagnée d'un limon jaunâtre, tantôt avec une roche schisteuse qui s'effrite sous l'influence du nitre formé.

Les terres nitrées sont le résultat de l'oxydation du guano que nous trouvons, en certains endroits, en voie de nitrification au contact de la roche calcaire. Dans ce cas, le nitrate est mélangé de quantités notables de matière organique azotée non encore oxydée.

A mesure qu'on s'éloigne de l'entrée des grottes, cette matière organique devient plus rare, mais elle n'est jamais tout à fait absente. L'une de ces terres, représentant environ la moyenne de celles qui se trouvent à l'extérieur des grottes et se présentant en poudre fine couleur tabac d'Espagne, a été examinée au point de vue de la composition; elle avait une humidité de 13,8 pour 100 : 100 parties traitées par l'eau ont donné comme matières solubles :

Acide nitrique.....	7,20
Chaux.....	10,10
Acide phosphorique.....	0,11
» sulfurique.....	0,85
Chlore.....	0,10

Cette solution avait une coloration jaune très prononcée et les acides en précipitaient des flocons de matière organique. C'est cette dernière qui rend soluble une partie de la chaux qu'on trouve dans la dissolution.

Le résidu insoluble dans l'eau contenait, pour 100 de terre employée :

Acide phosphorique.....	16,80
Chaux.....	16,66

Une petite quantité de magnésie.

Il y avait absence complète de carbonate de chaux.

L'azote qui se trouve à l'état de matière organique atteint la proportion de 2,43 pour 100.

Voici le type d'une terre dans laquelle la matière organique est en voie de nitrification en l'absence de carbonate de chaux ; la base est donc fournie par le phosphate tribasique ou bien par la chaux qui est à l'état de combinaison avec la matière organique ; peut-être aussi le phosphate ammoniaco-magnésien, qui y existe en petite proportion, peut-il remplir le rôle de l'alcali indispensable à la nitrification.

La matière organique de ces terres est extrêmement différente de celle que nous trouvons dans le terreau ; elle est sensiblement soluble dans l'eau et dans l'alcool qu'elle colore en jaune. Les acides ne la précipitent que d'une façon incomplète de ses solutions alcalines et ses caractères la rapprochent beaucoup des matières créniques qu'on trouve dans certaines eaux.

Voici l'analyse d'un certain nombre d'échantillons de terres nitrées prises en différents endroits dans les grottes dont nous venons de parler ou à une faible distance :

Numéros des échantillons.	Acide nitrique p. 100. (Combiné à la chaux.)	Azote organique p. 100.	Acide phosphorique p. 100.	Eau p. 100.	Observations.
1.....	0,74	non dosé	non dosé	3,82	schiste
2.....	2,02	2,41	1,15	10,28	calcaire
3.....	0,23	non dosé	non dosé	non dosée	»
4.....	0,04	»	»	»	»
8.....	0,70	»	0,42	4,55	schiste
12.....	6,91	1,84	6,10	19,50	calcaire
13.....	3,31	non dosé	4,93	11,62	»
14.....	3,67	0,83	0,54	10,45	»
15.....	6,48	1,7	6,98	19,42	»
16.....	8,50	0,8	4,73	25,72	»
21.....	3,12	non dosé	4,78	22	»
22.....	0,79	»	0,80	5,67	»

Nous y joignons l'analyse des terres nitrées prélevées dans d'autres parties du même pays.

Cavernes de Los Morros de San Juan. — Ces cavernes, situées au sud du lac de *Valencia*, entre *Villa de Cura* et *San Juan*, sont formées par du calcaire (Zechstein de Humboldt). On y trouve du nitre très fréquemment; des échantillons de terre que nous avons examinés contiennent pour 100 de terre sèche :

Acide azotique.....	1,9
» phosphorique.....	0,66

Cavernes de El Encantado, à 2 lieues à l'est de Caracas. — Elles sont situées dans le terrain de transition et sont remplies de stalactites; elles sont encore actuellement habitées par les chauves-souris. Les terres qu'elles renferment contiennent pour 100 de terre sèche :

Acide azotique.....	0,41
» phosphorique.....	0,45

Cavernes de Parapara. — L'échantillon a été pris dans l'intérieur d'une petite caverne qui s'ouvre sur les

flancs des collines de formation secondaire, situées près du village de même nom ; il a donné à l'analyse, pour 100 de matière sèche :

Acide azotique.....	1,30
» phosphorique.....	0,95

D'autres échantillons prélevés dans le voisinage ont donné :

	1.	4.	5.	6.
Acide nitrique.....	4,4	1,82	2,88	2,30
» phosphorique..	2,4	14,85	0,96	1,62
Azote organique.....	»	»	»	0,27
Eau.....	»	»	»	8,30

Cavernes de l'île de Toas. — La terre nitrée remplit ces cavernes qui s'ouvrent à la base de la Cordillère longeant la côte et qui sont habitées par les chauves-souris.

L'échantillon n° 1 a été pris dans le centre de la masse.

L'échantillon n° 2 a été pris dans une caverne, à la superficie du gisement.

	1.	2.
Acide azotique.....	5,40	4,08
Azote organique.....	0,60	1,73
Acide phosphorique.....	13,95	10,80
Sulfate de chaux.....	14,34	12,43
Eau.....	25,5	32,12

Le gisement se trouve dans l'île de Toas, située à l'entrée du lac de *Maracaïbo,* lequel constitue, par ses dimensions, un golfe, mais dont l'eau est douce, à peine un peu saumâtre au moment des grandes marées. L'île présente deux petites cordillères : celle qui se trouve sur la côte est-nord-est de l'île, formée par du calcaire, contient plusieurs cavernes qui paraissent communiquer à l'intérieur. En déblayant ces cavernes, on trouve qu'elles sont remplies de terre nitrée formant une couche de plusieurs mètres d'épaisseur, inclinée de 15° sur l'horizon et qui se

continue dans la profondeur de la montagne. L'exploration à la pioche et à la pelle a été faite seulement dans deux de ces cavernes, appelées *El Morro* et *El Olivo*. L'échantillon n° 1 a été pris à $2^m,30$ de profondeur dans *El Morro* et le n° 4 à la surface de la même caverne, mais à l'intérieur. Cette terre contient des pierres calcaires.

L'échantillon n° 5 a été pris dans *El Olivo*, à la surface.

L'échantillon n° 6 a été pris dans *El Olivo*, à 1^m de profondeur.

On trouve, à $0^m,40$ de profondeur, des couches contenant des débris pierreux qui ont la forme d'os de grands mammifères et qui renferment beaucoup de phosphate de chaux. Ces ossements doivent appartenir à des animaux antédiluviens de grandes dimensions. Ici la matière organique azotée ayant servi à la production des nitrates proviendrait donc des résidus laissés par les corps de ces animaux. Dans d'autres gisements de nitrate de chaux, nous avons constaté la présence de ces ossements. Cette observation n'est donc pas isolée.

Voici l'analyse des échantillons pris dans ces différentes cavernes :

Pour 100.	1.	2.	4.	5.	6.
Acide azotique.....	4,90	1,94	7,63	4,56	2,12
Azote organique.....	1,32	1,17	3,70	0,78	0,44
Acide phosphorique..	12,10	2,50	5,76	9,83	11,90
Eau.....	21,60	»	»	»	»

Santa Rosa. — Terre prise sur une colline formée de terrain crétacé et située près de la localité de ce nom, aux environs de *Barquisimeto*.

Nous lui trouvons la composition suivante :

	Pour 100.
Acide nitrique.....	0,43
Azote organique.....	0,11
Acide phosphorique.....	0,26

Nous citons encore, comme exemples de déjections animales en voie de nitrification, deux guanos de chauves-souris pris également dans le territoire du Vénézuéla.

Ce premier recouvre une couche de terre nitrée près de *Maracaïbo*, au sud du lac de *Valencia*. Il est principalement formé d'élytres d'insectes. Il contient, à l'état sec, 7,9 pour 100 d'azote organique; 1,15 d'acide azotique et 3,3 pour 100 d'acide phosphorique.

La terre nitrée sous-jacente contient beaucoup de phosphate.

L'autre guano vient d'une caverne située près de *Villa de Cura;* il se trouve dans un état de décomposition plus avancé et contient déjà de fortes proportions de nitrate. L'azote organique s'y trouve dans la proportion de 1,6 pour 100 et l'acide phosphorique dans celle de 13,7 pour 100, ce qui correspond à 30 pour 100 de phosphate tribasique de chaux.

C'est là un exemple remarquable de la concentration des phosphates dans le résidu de l'oxydation et du lavage de ces débris organiques.

Nous voyons dans tous ces résultats la transformation graduelle de l'azote organique en nitrate; ce dernier augmente à mesure que les matières animales diminuent. Mais un fait qui est au moins aussi apparent, c'est celui de la coexistence des nitrates et des phosphates. S'il pouvait rester un doute sur l'origine animale du nitre, la présence de l'acide phosphorique, qui se retrouve encore souvent à l'état de débris d'os, suffirait pour le faire disparaître. Cette présence simultanée des nitrates et des phosphates dans les terres nitrées offre le moyen de reconnaître si le nitre s'est formé sur place. En effet, quand il a été enlevé par les eaux et qu'il s'est concentré par évaporation dans un autre endroit, il s'est séparé du phosphate qui l'accompagnait primitivement et qui, insoluble, n'a pas quitté les lieux où il a été originairement déposé.

Ces résultats démontrent que la production du nitrate dans ces terres nitrées a eu lieu aux dépens de la matière azotée animale qu'on voit graduellement nitrifier. On y trouve constamment de notables quantités de phosphate qui constituent une preuve de plus d'une origine animale. Nous pouvons ainsi suivre en quelque sorte pas à pas la transformation de la matière azotée en nitre. Dans quelques-unes de ces terres nitrées, disséminées dans les parties chaudes de l'Amérique du Sud, la matière organique est à un état de transformation trop grand pour qu'on puisse affirmer à première vue son origine animale; souvent même elle a presque complètement disparu; c'est le cas des gisements qui remontent à des époques éloignées et dans lesquels l'apport des matières nitrifiables a été interrompu depuis un long temps. Mais, dans toutes ces terres, nous trouvons de grandes quantités de phosphate de chaux, derniers témoins d'une vie animale antérieure. Il y a souvent des débris d'os que leur structure fait facilement reconnaître. L'analogie entre les terres nitrées dont l'origine animale est visible et dans lesquelles la transformation se continue sous nos yeux et les terres nitrées de formation plus ancienne, où la matière organique a été presque entièrement brûlée et où, par suite, la production du nitre est ralentie, permet d'affirmer que des phénomènes identiques leur ont donné naissance.

C'est toujours la matière animale, si riche en azote, qui donne naissance aux accumulations de nitrates. Le plus souvent cette matière est constituée par les déjections d'animaux ailés, oiseaux ou chauves-souris, vivant en société dans des lieux abrités, et dont les cadavres viennent s'ajouter aux excréments. Mais dans quelques cas aussi l'abondance de fragments d'os d'animaux de grande taille fait penser que les corps de ceux-ci ont pu servir à la production des nitrates. Des ossements d'animaux antédiluviens se trouvent fréquemment réunis par grandes masses

dans des cavernes; il a donc existé, à une époque déterminée, de la matière organique azotée, qui a pu nitrifier, comme nous voyons sous nos yeux nitrifier des dépôts analogues de formation récente.

Les débris végétaux, tout en s'oxydant de la même manière, contiennent trop peu d'azote pour donner naissance à des accumulations de nitre. Ces débris, contrairement à ce qui a lieu pour les résidus d'animaux, sont, d'ailleurs, rarement réunis en grande quantité dans des endroits plus ou moins abrités, où les eaux pluviales n'ont qu'un accès limité. La décomposition des plantes n'est donc pas une cause de formation des terres dites *nitrées,* qui sont incomparablement plus riches en nitrate que les sols ordinaires.

Examinons comparativement des terres arables ordinaires, prises dans diverses localités du même pays, et dans lesquelles la nitrification s'opère aux dépens des résidus végétaux.

Terre prise à *San Bernardino,* dans une culture de café située à l'est de *Caracas :*

	Pour 100.
Acide nitrique.....	0,10
Acide phosphorique.....	0,14

Terre prise dans des terrains labourés situés à *Barata,* près de *Caracas;* sur une étendue de deux lieues on voit sur le champ des traînées blanches qui constituent le produit analysé :

	Pour 100.
Acide nitrique.....	0,15
Acide phosphorique.....	0,20

San Bernardino. — Terre arable de la propriété de la *Guia,* faubourg est de *Caracas* (plantation de café) :

	Pour 100.
Acide nitrique.....	0,12
Acide phosphorique.....	0,21

Terres prises au nord-est de *Caracas :*

	Pour 100.
Acide nitrique	0,11
Acide phosphorique	0,23

Toutes ces terres se trouvent donc dans les conditions normales des terres arables; elles ne renferment que les quantités de nitrate et de phosphate qu'on trouve fréquemment dans le sol, même dans les pays tempérés.

Dans tous les cas que nous avons pu examiner, soit dans les terres nitrées très riches, soit dans les sols ordinaires, partout en un mot où la nitrification peut être saisie sur le vif, l'acide nitrique se trouve combiné à la chaux. Dans les régions tempérées, il en est de même. Cette base paraît être, à la surface du globe, l'agent alcalin de la transformation des matières azotées en acide azotique. Ce n'est qu'exceptionnellement et dans des conditions toutes spéciales que l'on trouve le nitre à l'état de nitrate de soude ou de potasse.

L'origine animale de ces terres nitrées étant mise hors de doute par les faits relatés plus haut, recherchons par quel mécanisme la matière azotée s'est transformée en nitrate. Nous avons pensé que des ferments organisés ont dû intervenir, comme ils le font dans les sols de nos contrées, et nous avons dirigé les expériences dans ce sens.

Lorsqu'on regarde au microscope ces terres nitrées, on y voit, outre des débris animaux dont nous avons déjà parlé, fragments d'os de petits vertébrés, d'élytres d'insectes, des quantités énormes d'organismes arrondis, tantôt isolés, tantôt accolés, ayant une forme se rapprochant de celle d'un micrococcus. Cet organisme est extrêmement abondant et paraît être le véritable possesseur de ce terrain si riche en éléments nutritifs. Il a la plus grande analogie d'aspect avec l'organisme de la nitrification que

nous avons fait connaître, M. Schlœsing et moi, mais il est de dimensions notablement supérieures : son diamètre est 3 ou 4 fois plus grand que celui du ferment nitrique indigène. Aussi avons-nous dû, pour le caractériser, déterminer sa fonction chimique. Dans ce but, on a pris de petits échantillons de ces terres ; par des lavages, on leur a enlevé les nitrates qu'ils renfermaient, en prenant les précautions nécessaires pour éviter toute introduction d'un ferment étranger, et celles aussi qui étaient indispensables pour conserver à cet organisme toute sa vitalité.

De petites quantités de ces terres, entièrement débarrassées de nitrates, ont été introduites dans des milieux stériles qui ont servi de culture à l'organisme nitrificateur. Au bout de quelques semaines, on examinait si dans ce milieu il s'était produit des nitrates. Dans quelques cas, on a obtenu des résultats positifs ; dans d'autres, ils ont été négatifs ; ces derniers s'expliquent par la faible résistance du ferment nitrique à certaines influences, comme celles de la dessiccation, par exemple ; il n'est donc pas étonnant que dans quelques-unes de ces terres, arrivées au laboratoire quelques semaines ou souvent quelques mois après le prélèvement des échantillons, le ferment nitrique ait été tué. Nous n'avons à nous occuper ici que de celles de ces terres dans lesquelles le ferment est resté à l'état vivant.

Dans 50^{cc} du milieu nitrifiable stérilisé et exempt de nitrate, on a semé une petite quantité des diverses terres dont il vient d'être parlé et qui étaient à ce moment débarrassées de nitre ; comme point de comparaison, un des ballons n'a pas été ensemencé ; l'autre a reçu à l'origine 2 ou 3 gouttes de purin qui apportent en abondance le ferment nitrificateur.

Voici les résultats obtenus, alors que les matières sont restées du 5 novembre 1883 au 2 janvier 1884, dans une étuve chauffée à près de 30°.

	Acide nitrique formé.
	mgr
Ballon stérilisé non ensemencé.....	0,0
» additionné de la terre nitrée n° 6.	59,5
» » 13.	0,0
» » 22.	22,2
» » de Santa-Rosa.	0,0
» de guano desséché.....	0,0
» de purin de vache.....	6,1

Dans une autre série d'expériences qui a duré du 17 avril au 5 juin 1883 on a eu les résultats suivants :

	Acide nitrique formé.
	mgr
Milieu stérile non ensemencé.....	0,0
» additionné de terre nitrée de El Olivo..	11,2
» » de El Morro.	9,1
» » terreau indigène.....	1,2

Ces résultats montrent que, dans les terres nitrées dans lesquelles le ferment n'a pas été tué, il a agi avec une énergie beaucoup plus grande, dans des milieux semblables, que le ferment indigène. Mais, en observant ces organismes à la fin de leur fonctionnement, on les trouve presque pareils, comme dimensions, à ceux de nos pays. Dans les terres nitrées des tropiques l'organisme nitrifiant paraît donc être une forme exubérante de celui qui, sous nos climats, accomplit la même fonction. Le milieu exceptionnellement riche, les conditions de température particulièrement avantageuses ont pu contribuer à lui donner des dimensions plus grandes, qui disparaissent dans des milieux moins propices à son développement.

Un fait digne de remarque est que ces organismes peuvent vivre et fonctionner dans un milieu extrêmement riche en nitrate de chaux. Quelques-unes des terres dans lesquelles nous avons retrouvé le ferment nitrique à l'état

vivant contenaient 35 pour 100 de nitrate de chaux et ce sel déliquescent formait avec la terre des masses poisseuses et plastiques. Cette propriété du ferment nitrique de vivre dans un milieu aussi riche en nitrate explique pourquoi il peut se produire des gisements dans lesquels le nitre existe en si grande quantité. Dans toutes ces terres, nous rencontrons encore la matière organique azotée en voie de décomposition, et c'est sur elle que le ferment nitrique continue à exercer son action.

Nous attribuons donc à toutes ces accumulations de nitre appelées *terres nitrées* une même origine, la transformation des résidus de la vie animale sous l'influence du ferment de la nitrification.

Il ne paraît pas que l'origine animale des accumulations de nitre dans les pays chauds soit imposée à l'esprit par les données qui avaient été recueillies jusqu'à ce jour, puisque l'électricité atmosphérique, dont l'énergie est si grande dans les régions équatoriales, et qui peut opérer, sur le parcours de l'étincelle, la combinaison de l'azote et de l'oxygène, a été fréquemment invoquée comme la cause directe de la formation des dépôts de nitrate répandus sous les tropiques. Dans cette hypothèse, ces dépôts auraient pour origine la combinaison de l'acide nitrique, produit dans l'air, avec les bases du sol.

Nos observations permettent d'attribuer une origine purement animale à ces nitrates. Leur localisation, la présence constante de grandes quantités de phosphates, celle de l'organisme nitrifiant, enfin la constatation des phénomènes qu'on peut observer dans les dépôts en voie de formation, ne laissent aucune place à l'hypothèse d'une intervention directe de l'électricité.

Mais, si l'électricité atmosphérique n'est pas la cause immédiate de la formation des accumulations du nitre, elle peut, dans une certaine mesure, être regardée comme en étant la cause primitive; car l'acide nitrique formé

par les orages fournit de l'azote aux plantes, et celles-ci servent d'aliment aux animaux. Ces derniers concentrent l'azote dans leurs tissus et dans leurs excréments, et les résidus de la vie, réunis en divers points par les habitudes de ces animaux, se transforment en nitre sous l'influence d'un organisme microscopique et peuvent produire ces accumulations, surtout dans des endroits qui ne sont pas exposés aux lavages par les eaux pluviales.

SUR L'EXISTENCE
DES
ÉLÉMENTS DU SUCRE DE LAIT
DANS LES PLANTES;

PAR M. A. MÜNTZ.

Le sucre de lait, que contient en abondance le lait des herbivores, n'a été signalé dans les plantes que très exceptionnellement (1) et, dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne voyons pas, dans les éléments végétaux, les éléments constitutifs de ce sucre (2). Il semblerait donc que ces animaux peuvent, dans la période de lactation, opérer, dans leurs organes mêmes, la formation de ce corps, par une synthèse peu conforme à l'allure générale des transformations de la physiologie animale, qui tendent à ramener à l'état de composés plus simples les matériaux complexes que les végétaux ont élaborés. Si, en effet, nous considérons le sucre de lait au point de vue de sa constitution chimique, nous voyons que sa molécule est relativement complexe; il est bien différent du glucose, que nous ne pouvons pas dédoubler, et il se sépare, sous l'influence d'agents chimiques, en deux substances d'une constitution moléculaire très différente : le galactose et le glucose. Il est important d'insister sur cette différence de leurs molécules fondamentales; le ga-

(1) G. Bouchardat (dans le fruit du Sapotillier).

(2) Sauf le cas de la galactine, que j'ai signalé à l'origine de ces recherches.

lactose donne par son oxydation de l'acide mucique, le glucose de l'acide saccharique; le galactose, par l'action de l'hydrogène naissant, donne de la dulcite, le glucose de la mannite. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons pas concevoir, encore moins réaliser, une transformation de ces deux sucres l'un dans l'autre. Dès l'année 1856, M. Pasteur avait montré la différence qui existe entre le glucose et le produit d'inversion du sucre de lait.

Les plantes fournissent en abondance l'un des constituants du sucre de lait, le glucose, soit en nature, soit à l'état d'amidon, de cellulose, etc., qui donnent naissance à du glucose; mais on n'y a pas encore constaté le galactose ou quelque composé qui puisse lui donner naissance. Nous serions donc conduit à admettre que c'est dans l'organisme animal que se produit la formation du galactose, par une synthèse dont le mécanisme nous échappe complètement.

Mais si, en cherchant de plus près dans les plantes, nous y trouvons le galactose libre ou à l'état de combinaison complexe et que nous constations ainsi que les éléments du sucre de lait existent dans l'aliment végétal ingéré, serons-nous en droit d'affirmer que le sucre que nous trouvons dans le lait vient directement de l'union, au sein de l'organisme animal, des molécules fondamentales, glucose et galactose, préexistants dans le fourrage? C'est là une question que je n'aborde pas ici, mais qui entre dans le plan du travail dont j'expose la première Partie.

Je montrerai d'abord que les éléments du sucre de lait que sécrètent les glandes mammaires des herbivores existent en abondance dans les aliments végétaux. Pour le glucose, la démonstration est toute faite, et je ne m'y arrêterai pas. Il n'en est pas de même du galactose, qui n'est pas signalé dans les plantes, ni dans les produits de dédoublement des substances végétales.

Il convient d'abord de définir chimiquement le galactose du sucre de lait, qui doit servir de type. Il est facile à caractériser par son pouvoir rotatoire spécifique (+ 80°,0), son point de fusion (167°), sa propriété de donner par l'oxydation une grande quantité d'acide mucique et par quelques autres réactions.

Je me suis attaché à rechercher si les substances d'origine végétale, qui donnent de l'acide mucique (1) par l'action de l'acide azotique, contiennent ce galactose dans les produits de leur dédoublement, et j'ai examiné à ce point de vue un grand nombre de gommes, de principes mucilagineux plus ou moins définis et les composés pectiques. En même temps j'ai cherché quelle est la diffusion de ces diverses matières dans les végétaux et principalement dans les parties alimentaires, et j'ai déterminé dans quelle proportion ils sont ingérés par les herbivores dans la période de lactation.

Les substances sur lesquelles j'ai opéré ont été isolées et purifiées, puis traitées à 100°, pendant quelques heures, par de l'acide sulfurique très dilué. Des produits de dédoublement on a extrait les matières sucrées et on les a laissées cristalliser.

Je commencerai par l'étude des gommes, dont il existe plusieurs espèces, plus ou moins nettement définies, formant une famille naturelle caractérisée par des fonctions chimiques identiques et des propriétés physiques peu différentes.

La gomme qui peut servir de type et qui a été le mieux étudiée est la gomme arabique, provenant d'arbres de la famille des Légumineuses. Lorsqu'on la saccharifie à chaud, par l'acide sulfurique étendu, elle donne une substance sucrée, cristallisable, ayant de l'analogie avec

---

(1) Dubrunfaut avait entrevu une parenté entre le sucre de lait et la gomme.

le glucose et à laquelle on a donné le nom d'*arabinose*.

J'ai comparé l'arabinose de la gomme arabique vraie au galactose du sucre de lait et j'ai constaté que ces deux corps avaient les mêmes caractères physiques et chimiques; par exemple :

	Pouvoir rotatoire.	Point de fusion.
Galactose du sucre de lait....	+ 80,0	167°
Arabinose de la gomme.....	+ 80,0	167°

Avec les deux on obtient une production abondante d'acide mucique, etc.

Le galactose et l'arabinose sont donc identiques et le nom du dernier, comme ne répondant pas à une conception aussi générale que celui de galactose, doit disparaître de la nomenclature chimique (1).

Toutes les autres gommes commerciales d'origines diverses, ainsi que celles que j'ai prélevées sur des fruits, sur des troncs d'arbres, ou que j'ai extraites de plantes très diverses, m'ont constamment donné, par leur dédoublement au moyen d'un acide, le galactose proprement dit, identique avec celui du sucre de lait.

Il en a été ainsi pour les matières mucilagineuses diverses, caractérisées par la propriété de se gonfler dans l'eau, sans former de solution proprement dite; elles ont toujours donné naissance, dans les mêmes conditions, à du galactose. J'ai examiné à ce point de vue les mucilages du gui, des fucus, du lichen d'Islande, de la colle du Japon.

Les corps pectiques également, soumis à l'action prolongée des acides étendus, ont produit du galactose. J'ai opéré sur la pectine des carottes, sur celle des poires

---

(1) Killiani avait annoncé cette identité (*Deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XI, p. 2304), mais elle a été niée par Cleasson (*ibid.*, t. XIV, p. 1270).

blettes, préparées et purifiées d'après les procédés indiqués par M. Fremy dans son grand travail sur la maturation des fruits.

Dans tous les cas précités, le galactose a pu être extrait à l'état cristallisé et amené à un état de pureté complète; mais son extraction est quelquefois très difficile; pour plusieurs produits, j'ai dû attendre quelques années avant d'obtenir la cristallisation qui, seule, permettait de le retirer du mélange complexe dans lequel il était engagé.

Ces recherches montrent que les éléments du sucre de lait existent en abondance dans les plantes et que les produits végétaux qui peuvent donner naissance à du galactose sont en très grand nombre.

Après avoir montré que le galactose, identique avec celui du sucre de lait des herbivores, se trouve dans les produits de dédoublement des substances végétales telles que les gommes, les corps pectiques, etc., il me semble utile de faire connaître combien est grande la diffusion de ces diverses substances dans les plantes et principalement dans celles qui entrent dans l'alimentation.

Cette constatation n'est pas difficile; ce qui serait difficile serait de trouver un organe végétal qui fût entièrement dépourvu de ces substances. En effet, qu'on prenne une partie quelconque de n'importe quelle plante, racine, tige, feuille ou fruit, on y trouvera des corps pectiques, ou des gommes, ou des mucilages, et souvent les trois réunis.

Ces substances peuvent être isolées et déterminées quantitativement. A proprement parler, les deux dernières se confondront dans les dosages, quand elles existeront simultanément; mais, comme leur rôle est le même, au point de vue que nous envisageons, il n'en résulte aucun inconvénient. Les corps pectiques peuvent toujours être ramenés à l'état d'acide pectique et dosés par une méthode que M. Schlœsing a fait connaître; les

gommes et les mucilages sont isolés par le sous-acétate de plomb et par l'alcool, qui les précipitent de leurs solutions plus ou moins parfaites dans l'eau. Plusieurs traitements successifs permettent de les obtenir à un état de pureté relative. Leurs caractères spécifiques sont alors faciles à constater ; le plus important est la transformation en acide mucique, sous l'influence de l'acide azotique.

Les chimistes qui, anciennement, ont analysé les plantes, emploient souvent les expressions de *corps muqueux, mucilage, matière gommeuse,* et constatent l'abondance de ces substances dans les végétaux ; mais leurs déterminations ne se rapportent pas à des corps définis et comprennent, sous ces dénominations vagues, tous ceux qui sont susceptibles d'épaissir l'eau et de lui donner de la viscosité.

Il était donc nécessaire d'effectuer de nouvelles recherches sur la diffusion des substances qui nous occupent ici et sur leur proportion dans les plantes. Je passerai en revue quelques-uns des principaux aliments végétaux consommés par l'homme et par les animaux domestiques. Le grain de blé renferme généralement 0,5 pour 100 de pectose, qu'on retrouve en grande partie dans le son, qui en contient jusqu'à 2 pour 100. Il y a, en outre, dans le grain, 0,5 à 1 pour 100 de gomme qui reste dans la farine et, par suite, dans le pain. Le grain de seigle contient pour 100 : 0,7 de corps pectiques et 2,3 de gomme. Le grain d'orge : 0,9 de corps pectiques et 2,8 de gomme.

Les graines des légumineuses renferment, les unes principalement des corps pectiques, les autres surtout des gommes. Les haricots blancs, les fèves, les féveroles ont de 2 à 4 pour 100 de corps pectiques, localisés, à l'état de pectate de chaux, dans le testa, qui en contient jusqu'à 20 pour 100. D'autres graines de légumineuses, spécialement celles qui sont oléagineuses, contiennent de grandes quantités de la gomme que j'ai décrite sous le

nom de *galactine*. Le testa de ces graines (luzerne, trèfle), en contient 45 pour 100.

Dans les fruits, nous trouvons généralement de la pectose, souvent aussi de notables proportions de gomme : pommes à cidre, pectose 0,8, gomme 0,5 pour 100; prunes, 0,5 de pectose, 1,2 de gomme; raisin, 0,6 de pectose, 0,4 de gomme.

Les racines et les tubercules sont généralement riches en corps pectiques, qui y existent à l'état de pectose; on y rencontre toujours des gommes : carottes, 1 à 2 de corps pectiques, 0,5 de gomme; betteraves, 0,5 à 1 de corps pectiques, 0,6 de gomme; topinambours, 0,6 et 0,5; pommes de terre, 0,6 et 0,8.

Les légumes verts, et principalement ceux qui sont constitués par des feuilles, contiennent du pectate de chaux : feuilles de choux, 0,6 à 1,2; feuilles de chicorée, 0,5 à 1 d'acide pectique.

En examinant les plantes fourragères, qui sont ordinairement consommées par les animaux de la ferme, nous trouvons dans la luzerne verte 0,8 à 1,3 de corps pectiques, 1 à 2 de gomme; dans le foin des graminées, 1,1 à 4,5 de corps pectiques, 1 à 3 de gomme; dans la paille de blé, 1 à 2 de corps pectiques, 0,5 de gomme; dans le chaume des légumineuses, 1 à 6 de corps pectiques.

Les boissons fermentées contiennent toujours des gommes; M. Pasteur en a constaté la présence dans le vin; le cidre en contient près de 5^{gr} et la bière jusqu'à 10^{gr} par litre.

Dans les déterminations dont je viens de donner un aperçu, les corps pectiques ont toujours pu être amenés à l'état d'acide pectique, identique dans tous les cas. Mais les gommes ont présenté entre elles des différences notables indiquant des espèces chimiques distinctes. Les unes ont des pouvoirs rotatoires lévogyres (fruits), voisins de celui de la gomme arabique; les autres (légumineuses)

dévient fortement à droite. La gomme de la luzerne a un pouvoir rotatoire de + 85°.

A l'aide des données qui précèdent, on peut calculer quelle est la proportion de principes pouvant former du galactose, qui sont consommés par une vache laitière donnant une quantité de lait connue.

Dans un de nos essais, une vache consommant 55^{kg} de luzerne verte par vingt-quatre heures a donné 10 litres de lait en moyenne.

Nous trouvons dans la consommation journalière : corps pectiques, 660^{gr}, gommes, 825^{gr}; soit 1485^{gr} de matières pouvant fournir du galactose.

Dans 10 litres de lait nous avons dosé 500^{gr} de sucre de lait, équivalents à 250^{gr} de galactose.

Une vache ne recevant que 15^{kg} de foin y trouve encore en moyenne 750^{gr} de substances galactogènes.

Si nous considérons une ration dans laquelle entrent des racines et ainsi constituée : foin, 8^{kg}; betteraves, 35^{kg}; paille, 3^{kg}, nous y trouvons en moyenne 915^{gr} de corps pectiques et gommeux.

La ration des herbivores contient donc de grandes quantités de substances donnant le galactose par leur dédoublement, et dans tous les cas que nous pouvons envisager, même alors qu'il s'agit de vaches d'une production laitière exceptionnelle, nous trouvons dans l'aliment donné les éléments tout formés du sucre de lait en quantité au moins égale à ce qui en existe dans le lait. Il n'est cependant pas possible d'établir une balance exacte entre le galactose ingéré sous forme de gommes, corps pectiques, etc., et le galactose retrouvé dans le sucre de lait. En effet, il n'a pas été possible, dans le cours de ces recherches, de déterminer quel est le rendement en galactose des divers corps muqueux. Le dédoublement de ces corps par l'acide sulfurique est le résultat d'une réaction brutale, bien éloignée des transformations subtiles accomplies sous

l'influence des agents de la vie animale. Mais, même dans les conditions défavorables de l'action chimique, la quantité de galactose obtenu à l'état cristallisé a atteint souvent le tiers, quelquefois près de la moitié de la matière mise en expérience.

Nous pouvons donc annoncer comme résultats de ces recherches :

1° Que les corps muqueux des plantes, gommes, mucilages, corps pectiques, contiennent dans les produits de leur dédoublement du galactose identique avec celui du sucre de lait.

2° Que ces corps muqueux existent dans les aliments végétaux en quantité telle qu'ils peuvent fournir le galactose qui entre dans la constitution du sucre de lait sécrété par les glandes mammaires des femelles des herbivores.

La suite de ces recherches montrera si le galactose existant dans les plantes à l'état de combinaisons variées est la seule source du galactose du sucre de lait ; ou si les animaux en lactation peuvent produire ce sucre à l'aide des matériaux dont la molécule fondamentale est différente, opérant ainsi des transformations et une synthèse que nous sommes plus habitués à rencontrer dans le règne végétal.

FIN DU TOME HUITIÈME ET DERNIER.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

L'OEUVRE AGRICOLE DE M. BOUSSINGAULT; par M. P.-P. DEHÉRAIN 1

SUR LA TEMPÉRATURE DE LA GRÊLE 1

RAPPORT SUR LA FALSIFICATION DES MARCS DE RAISIN SEC; par M. JOSEPH BOUSSINGAULT 5

Préparation du vin de raisin sec 9

Fermentation du raisin sec pur de Corinthe 13

Importation des raisins secs en France. Quantité en kilogrammes 15

RAPPORT SUR LA CONSTITUTION DES VINS PROVENANT DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878; par M. JOSEPH BOUSSINGAULT 17

Vins français 38

Vins étrangers 89

Portugal 89

Espagne 91

Hongrie 102

Crimée 107

Cochinchine 108

Martinique 108

Amérique 108

SUR LA FABRICATION DES VINS DE RAISINS SECS; par M. JOSEPH BOUSSINGAULT 111

Préparation du vin de raisin sec 113

Importation des raisins secs en France. Quantités en kilogrammes 117

LES SECOUSSES SOUTERRAINES DANS LES ANDES 119

SUR LA FORMATION DES TERRES NITRÉES DANS LES RÉGIONS TROPICALES; par MM. A. MÜNTZ et V. MARCANO 144

SUR L'EXISTENCE DES ÉLÉMENTS DU SUCRE DE LAIT DANS LES PLANTES; par M. A. MÜNTZ 161

10705 Paris — Impr. GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55